Postverlagsort Leipzig

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

UNTER MITWIRKUNG VON

A. BUTENANDT BERLIN-DAHLEM · P. DEBYE BERLIN-DAHLEM · F. K. DRESCHER-KADEN GÖTTINGEN · H. v. FICKER WIEN · R. GRAMMEL STUTTGART

O. HAHN BERLIN-DAHLEM · M. HARTMANN BERLIN-DAHLEM · F. KÖGL UTRECHT · M. v. LAUE BERLIN · E. v. d. PAHLEN POTSDAM

F. SAUERBRUCH BERLIN · H. SPEMANN FREIBURG I. BR. · H. STILLE BERLIN · F. v. WETTSTEIN BERLIN-DAHLEM

HERAUSGEGEBEN VON

FRITZ SÜFFERT

ORGAN DER GESELLSCHAFT DEUTSCHER NATURFORSCHER UND ÄRZTE

UND

ORGAN DER KAISER WILHELM-GESELLSCHAFT ZUR FÖRDERUNG DER WISSENSCHAFTEN

VERLAG VON JULIUS SPRINGER IN BERLIN W 9

HEFT 35 (SEITE 585—600) · 1. SEPTEMBER 1939 · 27. JAHRGANG

INHALT:

Neuere genetische Untersuchungen an *Drosophila* in ihrer Bedeutung für das Abstammungsproblem. Von GEORG GOTTSCHEWSKI. (Mit 7 Figuren) 585

KURZE ORIGINALMITTEILUNGEN:

Zur Messung von β-β-Koinzidenzen. Von F. NORLING 593

Röntgenographische und viskosimetrische Untersuchungen über die Wirkung von Zusätzen auf den Aufbau von Natriumoleatlösungen. Von H. KIESSIG und W. PHILIPPOFF. (Mit 4 Fig.) 593

Über die Konstitution von Holzpolyosen. Von E. HUSEMANN 595

Über die Einwirkung des Zinks und anderer

Fortsetzung des Inhaltsverzeichnisses siehe II. Umschlagseite!

Kernphysik

Vorträge gehalten am Physikalischen Institut der Eidgenössischen Technischen Hochschule Zürich im Sommer 1936 (30. Juni—4. Juli)

Von

P. Auger, G. Bernardini, W. Bothe, J. Clay, J. D. Cockcroft, J. R. Dunning
R. Fleischmann, S. Franchetti, H. Geiger, H. v. Halban jr., L. Meitner
M. L. E. Oliphant, P. Preiswerk, E. J. Williams

Herausgegeben von

Dr. **E. Bretscher**

Mit 68 Abbildungen. IV, 141 Seiten. 1936. RM 12.—

Inhaltsverzeichnis: **Einleitung.** Von Dr. E. Bretscher-Zürich. — **I. Kernphysik.** The interaction of neutrons with matter. By Professor Dr. J. R. Dunning-New York. — Künstliche Umwandlungsprozesse beim Uran. Von Professor Dr. Lise Meitner-Berlin-Dahlem. — Über Resonanzniveaus für Neutronenabsorption. Von Dr. H. v. Halban jun. und Dr. P. Preiswerk-Paris. — Über Neutronenbeugung. Von Dr. H. v. Halban jun. und Dr. P. Preiswerk-Paris. — Energietönung bei der Anlagerung von Neutronen. Von Dr. R. Fleischmann-Heidelberg. — Energie und Intensität der Po+Be-Neutronen. Von Professor Dr. G. Bernardini-Florenz. — The conservation of mass-energy and momentum in the transformation of the light elements. By Dr. M. L. E. Oliphant-Cambridge. — The energy emission in transmutations in which electrons or positrons are emitted. By Dr. J. D. Cockcroft-Cambridge. — Starke Energieverluste von Elektronen. Von Professor Dr. W. Bothe-Heidelberg. — **II. Experiment und Photonentheorie des COMPTON-Effekts.** Koinzidenzversuche am COMPTON-Effekt. Von Professor Dr. W. Bothe-Heidelberg. — Zählrohrkoinzidenzen und COMPTON-Effekt. Von Professor Dr. G. Bernardini und Dr. S. Franchetti-Florenz. — **III. Kosmische Strahlung.** Die Eigenschaften der primären kosmischen Strahlung. Von Professor Dr. J. Clay-Amsterdam. — Analyse de quelques propriétés des portions dure et molle des rayonnements cosmiques. Par Dr. P. Auger-Paris. — Disintegration of a nucleus by cosmic radiation. Communicated by Dr. E. J. Williams-Manchester. — Die kosmischen Strahlenschauer. Von Professor Dr. H. Geiger-Tübingen. — Ultrastrahlgarben von großem Durchdringungsvermögen. Von Professor Dr. W. Bothe-Heidelberg. — General survey of theory and experiment for highenergy electrons. By Dr. E. J. Williams-Manchester.

VERLAG VON JULIUS SPRINGER IN BERLIN

Fortsetzung des Inhaltsverzeichnisses!

Metalle auf die Carboxylase. Von K. Lohmann und A. J. Kossel. (Mit 1 Figur) 595

Über die Konstitution der prosthetischen Gruppe des Cytochroms c. Von K. Zeile und H. Meyer 596

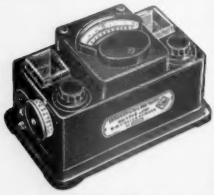
Vollständige Unterdrückung des Zeichnungsmusters durch eine Mutation der Mehlmotte Ephestia kühniella Z. Von A. Kühn. (Mit 2 Figuren) 597

Besprechungen:

Herzberg, Gerhard, Molekülspektren und Molekülstruktur. I. Zweiatomige Moleküle. (Wissenschaftliche Forschungsberichte, Naturwissenschaftliche Reihe. Band 50. Hrsg. von Raphael Ed. Liesegang.) (Ref.: Georg Joos) 598

Vitamine und Hormone und ihre technische Darstellung. Erster Teil; Hellmut Bredereck und Robert Mittag, Ergebnisse der Vitamin- und Hormonforschung. (Chemie und Technik der Gegenwart. Herausgegeb. von H. Carlsohn. Band XV.) 2., neubearbeitete Aufl. (Ref.: A. Butenandt) 598

Mitteilungen aus der Kernphysik: Neueres zur Isomerie der Kerne. (Ref. W. Gentner) . . 598



Lichtelektrisches Kolorimeter

Neues Universalmodell II. Mit Meßtrommel für die Kompensationsmethode. Gleichzeitig geeignet für die Ausschlags- und Vergleichsmethode. **Reflektoreinsatz** für feste und pulverförm. Körper. **Reagensglaseinsatz** für Serienmessungen. **Zusatzgerät** für Spektrallampen. **Monochromatische Filter.**

Preis RM 350.— *Ausführliche Broschüre steht zur Verfügung*

Weitere Druckschriften: Photoelemente, Glanzmesser, Reflexionsmesser, Spaltokular, Beleuchtungsmesser, Multiflex-Galvanometer, Photoelektr. Schaltgeräte für autom. Regelung chem. Vorgänge

DR. B. LANGE

SPEZIALFABRIK LICHTELEKTRISCHER ZELLEN UND APPARATE

Berlin-Zehlendorf-W., Hermannstr. 14-18

Sehr viel Glück konnte die NSV.-Arbeit dem deutschen Volke bisher bringen! Fördere unser Wollen durch Deinen Mitgliedsbeitrag zur NS.-Volkswohlfahrt.

Biologie der Fortpflanzung im Tierreiche

Von

Professor Dr. med. et phil. **Ulrich Gerhardt**

Halle-Wittenberg

Mit 47 Abbildungen. VIII, 149 Seiten. 1934. Gebunden RM 4.80

(*„Verständliche Wissenschaft", Band 22*)

Außerordentlich lebendig geschriebene Einführung in die Fortpflanzungsbiologie, die den Laien mit der unendlich großen Mannigfaltigkeit der Lebenserscheinungen bekannt macht und im Biologen den Wunsch nach eigenen Beobachtungen und Vertiefung der Kenntnisse weckt. Als Führer vorzüglich geeignet, da die jedem erreichbaren einheimischen Tiere besonders stark berücksichtigt werden. Das Büchlein ist daher den Studierenden der Biologie sehr zu empfehlen. Ohne durch Überfülle des Stoffes verwirrend zu wirken, wird dargetan, daß der Natur zahllose Wege zur Erreichung des gleichen Zieles — Sicherstellung ausreichender Nachkommenschaft — zur Verfügung stehen, und daß das Individuum nur als Erhalter der Lebenskontinuität Bedeutung und Daseinsrecht besitzt. Anregend wirken mancherlei Hinweise auf noch ungelöste Fragen. — Die Ausstattung des Bändchens ist vorzüglich. *„Zoologischer Bericht"*

VERLAG VON JULIUS SPRINGER IN BERLIN

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

27. Jahrgang | 1. September 1939 | Heft 35

Neuere genetische Untersuchungen an *Drosophila* in ihrer Bedeutung für das Abstammungsproblem.

Von Georg Gottschewski, Berlin-Dahlem.

Einleitung.

Die *Drosophila*forschung hat sich nach der Aufklärung der mechanischen Gesetze der Vererbung hauptsächlich drei neuen Problemen zugewandt: 1. dem der Gen-Physiologie; 2. dem der Gen- und Chromosomenstruktur; und 3. dem der Rassen- und Artenbildung. Vor allem durch die Arbeiten von Dobzhansky ist dieses letztere Problem wieder in den Mittelpunkt des Interesses der Experimentalbiologie gerückt. Der Befund, daß die Lebewesen in ihrer Mannigfaltigkeit an ihre Umwelt angepaßt erscheinen, hat die Nichtgenetiker vielfach veranlaßt, von einer durch die Umwelt unmittelbar bedingten Rassenbildung im lamarckistischen Sinne zu sprechen. Keine experimentell prüfbaren Tatsachen lassen sich für diese Anschauungen anführen, und im folgenden wird darauf verzichtet, auf diese „mystischen" Erklärungsversuche einzugehen. Die starke Umweltbezogenheit der lebenden Individuen wird von keinem geleugnet; nur versucht die Genetik die Gründe der Anpassung auf experimentell prüfbare Ursachen zurückzuführen. Hierauf ist in dieser Zeitschrift Kühn in seiner zusammenfassenden Darstellung „Physiologie der Vererbung und Artumwandlung" näher eingegangen. An Hand von grundsätzlichen Beispielen wurden hier die Grundfragen des Artumwandlungsproblems erläutert: 1. das Mutationsproblem; 2. das Anpassungsproblem. Kühn konnte seine Ausführungen mit der Feststellung schließen, daß in dem „Finden eines neuen, wieder in sich und mit der Umwelt im Gleichgewicht stehenden Anlagegefüges, in der *Anpassung der Arten durch Bildung von angepaßten neuen Rassen*", die an sich zufälligen *„Genmutationen und natürliche Auslese geeigneter Genkombinationen* eine große Rolle" spielen. Sicherlich überschreitet die Aussage von Rensch, daß die Artbildung über die Endstufen von Rassenkreisen vor sich geht, die Grenze des experimentell Beweisbaren. Andererseits sind die zu einer Rassenbildung notwendigen Mechanismen, *Individualvariation, -selektion und -isolation, notwendige Vorstufen zur Artbildung.* Dabei erhebt sich die Frage, ob solche rassenbildenden Vorgänge, die dem Experiment immer zugänglich sind, als Modell des Evolutionsgeschehens angesehen werden können, das zu der heute vorliegenden Mannigfaltigkeit der Formen geführt hat. Eine Bejahung dieser Frage hängt davon ab, ob Merkmale, die zur Unterscheidung von Rassen, Arten oder Gattungen verwendet werden können, durch bekannte genetische Methoden analysierbar sind; ob die Mannigfaltigkeit der Mutationen im weitesten Sinne genügt, um das zu einer Rassen- und Artbildung notwendige Material anpassungswertiger Merkmale zu liefern; und ob experimentell prüfbare Mechanismen bekannt werden, die für das Entstehen und Erhaltenbleiben eines Gleichgewichtes zwischen Umwelt und Lebewesen sorgen.

In der Ordnung und Beschreibung der bestehenden Mannigfaltigkeit der Lebewesen spielt der Artbegriff eine große Rolle. In der Systematik bezeichnet man als Arten solche Formenkreise[1], die voneinander durch eine diskontinuierliche Variabilität der Phänotypen getrennt sind, in sich dagegen eine kontinuierliche Veränderlichkeit zeigen. Dieser morphologischen stellen viele Genetiker in Anlehnung an Dobzhansky eine physiologische Artdefinition gegenüber. *Hiernach entscheidet über das Vorliegen zweier Arten der Befund, daß zwischen zwei Formenkreisen in der Natur infolge genotypischer Unterschiede keine Mischpopulationen vorkommen.* Diese unterschiedliche Handhabung des Artbegriffes soll an 2 Grenzfällen erläutert werden. Es sind die Fälle, in denen bei morphologischer Gleichheit, aber Nichtkreuzbarkeit zweier Individuengruppen Dobzhansky diese als 2 Arten, der Systematiker sie als eine bezeichnen würde; und andererseits die Fälle, in denen zwei nicht dasselbe Areal bewohnende Formenkreise bei starker Merkmalsverschiedenheit, aber normaler Kreuzbarkeit vom Systematiker als Arten bezeichnet werden, während Dobzhansky sie auf Grund seines Kriteriums nicht als verschiedene Arten anerkennen darf. Die räumliche Trennung kann die Artentwicklung beschleunigen, sie ist aber auch dann nicht der Beweis für das Vorliegen zweier verschiedener Arten, wenn beide Formenkreise sich in „Art"-Merkmalen unterscheiden. Die geographische Isolation fördert die Artbildung, aber *nur falls eine erbliche ökologische, physiologische oder mechanische Isolation folgt, wird der Artbildungsprozeß in das entscheidende Stadium eintreten.*

Es ist nun nicht das Ziel der Vererbungsforschung, den systematischen Ordnungsbegriff „Art" durch einen neuen genetischen zu ersetzen;

[1] Der hier angewandte Begriff „Formenkreis" erhebt nicht den Anspruch, eine systematische Einheit höherer Ordnung zu repräsentieren (vgl. dagegen Rensch). Auf die formale Unmöglichkeit einer solchen Fassung ist schon von verschiedener Seite hingewiesen worden. „Formenkreis" ist hier im ursprünglichen Sinne, nämlich gleich Gruppe mehr oder weniger gleichartiger Individuen, gebraucht.

wohl aber ist es ihre Aufgabe, die *genetische Natur der Mechanismen zu erfassen, die zu einer Artdifferenzierung führen*, und ihre Rolle in den Entwicklungsvorgängen der Lebewesen zu untersuchen. Mit diesen Fragen beschäftigen sich die Untersuchungen, über die hier berichtet werden soll.

Die Tatsache, daß innerhalb der Art eine starke Merkmals- und geographisch-ökologische Variabilität festzustellen ist, führte zur Aufstellung einer weiteren systematischen Kategorie: der Rasse. Eine Trennung in geographische und nichtgeographische Variation, wobei die erstere durch „klimatische", die letztere durch „spontane" Faktoren entstanden sei (RENSCH), ist nicht zulässig. Abgesehen davon, daß RENSCH diese geographische Variabilität durch die gerichtete, umweltinduzierte Veränderung der Formen erklärt, also lamarckistisch-spekulativ, spricht auch der Befund, daß die *individuelle* Variabilität sog. geographische Rassenmerkmale betreffen kann, gegen eine Trennung in geographische und spontane Variation innerhalb der Arten. *Die Genetik geht von der individuellen*

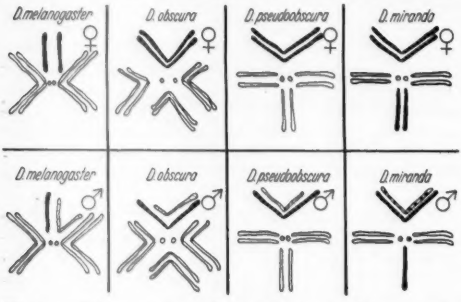


Fig. 1. Schema der Chromosomengarnituren von *Drosophila melanogaster, D. pseudoobscura, D. miranda* und *D. obscura*.

Merkmalsvariabilität aus und sieht in dem Entstehen angepaßter Individuengruppen vor allem das Wirken der Selektion, die ihrerseits umweltabhängig ist.

Ebenso wie es unmöglich ist, aus einer Beschreibung der Formenwelt die dynamischen Gesetze ihrer Entwicklung zu erklären, ist es unmöglich, eine genetische Definition des Ordnungsbegriffes „Rasse" zu geben. Die Aufgabe der Vererbungsforschung liegt hier in der *experimentellen Analyse der Mechanismen, die zu einer Differenzierung von in ihrem Erbfaktorenbestand verschiedenen Individuengruppen führen.*

Diese Übersicht hat, ohne den Anspruch auf Vollständigkeit zu erheben, zum Ziele, die Ergebnisse bei *Drosophila pseudoobscura* und *D. miranda* zusammenzustellen und die Bedeutung dieses Materials für das Art- und Rassenbildungsproblem zu prüfen. Im Teil I sind Mechanismen besprochen, die zu einer vollständigen Isolierung zwischen den 2 Formen von *D. pseudoobscura* (*A* und *B*) und *D. miranda* geführt haben. In Anlehnung an DOBZHANSKY werden diese vollkommen isolierten Individuengruppen Arten genannt. Im Teil II werden Mechanismen dargestellt, die zu einer weiteren Differenzierung innerhalb der genannten *Drosophila*-Arten führen.

Drosophila pseudoobscura ist ausführlicher zuerst von LANCEFIELD 1919/22 unter dem Artnamen *D. obscura* beschrieben worden. 1925 und 1929 gelang es ihm zu zeigen, daß bei *D. obscura* trotz des Fehlens morphologischer Unterschiede zwei physiologisch getrennte Formengruppen (*A* und *B*) bestehen.

Die Untersuchungen von FROLOVA und ASTAUROV (1929) an der europäischen *D. obscura* zeitigten das überraschende Resultat, daß die amerikanische und die europäische *D. obscura* nicht identisch sein können. Gröbere morphologische Unterschiede bestehen nur im männlichen Geschlechtsapparat beider Formen. Diese Abweichungen machen eine natürliche Begattung unmöglich. Zudem unterscheiden sich die Chromosomengarnituren beider Formen. Die amerikanische Form (jetzt *D. pseudoobscura* FROLOVA genannt) besitzt 1 V-förmiges X-Chromosom, 3 stabförmige und 1 punktförmiges Autosom; die europäische Form (*D. obscura* FALLÉN hat 1 V-förmiges *X*-Chromosom, 3 V-förmige und 1 punktförmiges Autosom (vgl. Fig. 1).

Teil I.

Mechanismen, die zu einer vollständigen Isolierung führen.

A. Isolationsmechanismen, die dem Entstehen von Bastarden entgegen wirken.

a) Die geographische Verbreitung der drei Arten.

Die geographische Verbreitung von *D. pseudoobscura* (wird weiterhin abgekürzt: *D. ps.*) ist in der Fig. 2 wiedergegeben. Die Art *B* breitet sich zwischen den Abhängen der *Rocky Mountains* und der Küste von *Britisch Columbia* bis *Kalifornien* aus. Nur am *Columbia*-Fluß in *Oregon* und in Mittel- und Süd-*Kalifornien* kommen *A* und *B* gemeinsam in der Küstenregion vor. In einer breiten Zone überschneiden sich *A* und *B* im Gebiet der *Sierra Nevada*, der *Cascade Mountains* und der *Coast Range*. Östlich und südlich davon kommt nur *D. ps. A* vor.

An 2 Stellen, 1. Südwestecke von *Britisch Columbia* und Nordwestecke des Staates *Washington (Puget Sound: Olympic-I)*; 2. Massiv des *Mount Whitney (Whitney-56, -60)* wurde in *Drosophila*-Fangflaschen außer *D. ps.* eine neue Art gefunden: *D. miranda* sp. nova. *Zwischen allen drei Formenkreisen besteht demnach keine vollständige geographische Isolation.*

b) Die morphologische Identität der drei Arten.

In jedem Fall handelt es sich um phänotypisch sehr ähnliche grauschwarze Fliegen. Die Fersen und zweiten Tarsenglieder des ersten Beinpaares der ♂♂ tragen vorn innen je einen apikalen Kamm schwarzer gekrümmter Borsten; die Anzahl der

Borsten eines jeden Kammes ist bei *D. miranda* (wird weiterhin abgekürzt *D. mir.*) eine höhere als bei *D. ps. A* und *B*. Auf dem Thorax dieser Fliegen sind graue diffuse Streifen vorhanden; *D. mir.* erscheint nur etwas dunkler und die Streifen sind schwächer ausgeprägt. Die Größe schwankt zwischen 2,5—3,1 mm. Es stellte sich mehrfach heraus, daß unter eingefangenen Wildtieren eine Unterscheidung zwischen *D. mir.* und *D. ps. A* und *B* unmöglich war. *Die Fliegen sind in ihrer Erscheinungsform ähnlich bis gleich.*

Fig. 2. Die geographische Verbreitung von *D. pseudoobscura A, B* und *D. miranda*. (Nach DOBZHANSKY.)

c) *Ökologische Unterschiede.*

D. ps. A und *B* wie auch *D. mir.* sind in ihrem Vorkommen an Baumbestand gebunden. *In den Mischgebieten ist als eigentümlich festzustellen, daß wärmeren und extremeren Temperaturschwankungen ausgesetzte Zonen von D. ps. A, die kühleren von B und noch kühlere von D. mir. bevorzugt werden.* Als Beispiel sei aus den Angaben von DOBZHANSKY die nähere *Mount Wihtney-(Sierra Nevada)*-Region angeführt: *Kern river valley* bis etwa 1100 m nur *D. ps. A*; umgebende Bergkämme ungefähr 2200 m *A* und *B*, vorherrschend aber *D. ps. B*; *Mount Whitney*-Massiv *D. ps.* und *D. mir.*

d) *Geschlechtliche Zuchtwahl.*

Obgleich viele Beobachtungen an wildlebenden Formen auf die geschlechtliche Zuchtwahl als einen Isolationsmechanismus hinweisen, sind die experimentellen Ergebnisse hierüber sehr dürftig. Schon 1929 veröffentlichte LANCEFIELD die ersten Ergebnisse an *D. ps. A* und *B* über die Häufigkeit inter- und intraspezifischer Kopulationen; 1933/38 unternahmen DOBZHANSKY, BOCHE und KOLLER ihre ausführlichen Untersuchungen an *D. ps.* und *D. mir.*, die zu den folgenden Ergebnissen führten (vgl. Fig. 3): Es besteht eine relative geschlechtliche Isolation 1. zwischen *D. ps. A* und *B*; 2. zwischen den *D. mir.*-Populationen *Olympic* und *Whitney*; und 3. am stärksten zwischen *D. ps.* und *D. mir.* In allen Fällen ist die *stärkere Bevorzugung der intraspezifischen gegenüber der interspezifischen Befruchtung* deutlich. Bemerkenswert ist dabei, daß die größte Abstoßung zwischen *D. mir. Olympic* und den *benachbarten D. ps.*-Stämmen besteht. Diese Beobachtung, daß Stämme, die das gleiche Areal bewohnen, die stärkste sexuelle Isolation zeigen, trifft aber nicht für die *Mount Whitney*-Populationen zu.

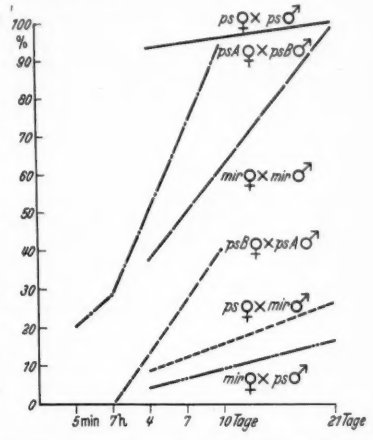


Fig. 3. Die Anzahl der Kopulationen (Ordinate) per Zeiteinheit (Abszisse) in inter- und intraspezifischen Kopulationen. *ps* ♀ × *ps* ♂ = *D. pseudoobscura A*♀ × *A* ♂ oder *B* ♀ × *B* ♂. *mir* ♀ × *mir* ♂ = *D. miranda* ♀ × *D. miranda* ♂. (Nach LANCEFIELD und DOBZHANSKY-KOLLER).

e) *Entwicklungsphysiologische Unterschiede.*

Nach POULSON (1934) ist die Entwicklungsdauer der *D. ps. B* immer länger als die von *A*. In derselben Temperatur entwickelt sich *D. mir.* um mehr als 24 Stunden länger als *B*. Der Geschlechtsdimorphismus ist bei *D. mir.* ebenfalls ausgesprochener. Während bei *D. ps.* die ♂♂ etwa 1 Tag später schlüpfen, ist die Entwicklungsdauer der *D. mir.*-♂♂ um etwa 3 Tage gegenüber der der ♀♀ verlängert. Die volle Geschlechtsreife der *D. ps.*-♀♀ wird 2—3 Tage nach dem Schlüpfen erreicht, wobei die *A*-♀♀ in allen Temperaturen früher mit der Eiablage beginnen als *B*-♀♀; die *D. mir.*-♀♀ sind nach

4—5 Tagen geschlechtsreif. *D. ps.*-♀♀ sind in etwa 27° vollkommen steril, *D. mir.*-♀♀ schon in 25°. In Übereinstimmung mit dem Vorkommen der *D. ps. A*. (wärmere) und *B* (kältere Regionen) zeigt es sich, daß *D. ps. A*-Puppen in 25° einen geringeren Sauerstoffverbrauch haben als die von *B*; in 14° zeigt sich kein Unterschied.

f) Fruchtbarkeit und Lebenstüchtigkeit in verschiedenen Temperaturen.

Ein physiologischer Unterschied zwischen *A* und *B*, der anscheinend eine Rolle als Isolationsmechanismus spielt, zeigte sich bei der Untersuchung der Fruchtbarkeit in verschiedenen Temperaturen (vgl. Fig. 4; DOBZHANSKY, 1935d). *Es scheint gerechtfertigt, hier von einer durch die verschiedene physiologische Reaktion der Fruchtbarkeit auf die Temperatur bedingten verschiedenen Anpassung an verschiedene Lebensräume zu sprechen.* In der Fig. 4 sind nur je eine benachbarte *A*- und *B*-Population dargestellt. Die *Lebenslänge* der *A*-Fliegen ist eine größere als die der *B*-Tiere (LILLELAND, 1938). Der Unterschied zugunsten von *D. ps. A* tritt schärfer hervor bei höherer als bei niedriger Luftfeuchtigkeit und Temperatur.

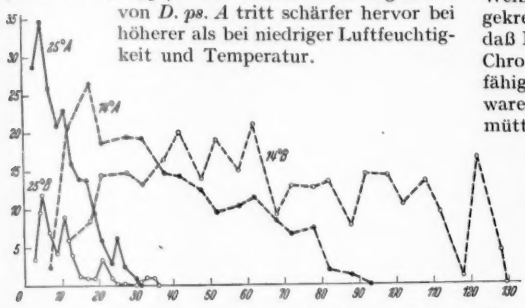


Fig. 4. Die durchschnittliche Anzahl (Ordinate) der am 3. bis 130. Tage nach dem Schlüpfen (Abszisse) von einem *A* ♀ oder *B* ♀ in 25° (———) bzw. in 14° (----) abgelegten Eier. (Nach DOBZHANSKY.)

B. Isolationsmechanismen, die das Aufkommen von Mischpopulationen verhindern.

Alle bisher besprochenen Isolationsmechanismen wirken dem Entstehen von Bastarden entgegen. Im folgenden werden diejenigen erwähnt, welche 1. die Bastardindividuen so benachteiligen, daß keine Mischpopulationen sich fortpflanzen, und die 2. eine Mischung mit den Elterformen verhindern.

a) Bastardvitalität.

Der einfachste Mechanismus ist die Herabsetzung der Lebensfähigkeit der Bastarde gegenüber den Elterformen. Die Nachkommen aus *D. ps.-A* × *B*-Kreuzungen scheinen normal lebensfähig zu sein, doch sind die ♂♂ steril. Die Lebensfähigkeit der Bastard-♀♀ aus den Kreuzungen *D. mir.*-♀♀ × *D. ps.*-♂♂ ist annähernd normal. Die Bastard-♂♂ dieser Kreuzung dagegen sind in ihrer Erscheinungsform anomal und ihre Vitalität ist bedeutend herabgesetzt; das Geschlechtsverhältnis ist hier normal. Aus der reziproken Kreuzung entstehen fast nur ♀♀ (200 ♀♀ : 1 ♂). Morphologisch sind diese Bastardtiere identisch mit denen der Kreuzung *D. mir.*-♀♀ × *D. ps.*-♂♂. Sowohl die Bastard-♂♂ wie -♀♀ beider Kreuzungen sind steril.

Lebensfähigkeit der F2-Zygoten.

*F*1-♀♀ der *D. ps. A* × *B*-Kreuzungen sind fertil und „normal" lebensfähig. Aber bei Rückkreuzungen solcher ♀♀ mit *A*- oder *B*-♂♂ ist in der Nachkommenschaft das Geschlechtsverhältnis sehr variabel (LANCEFIELD, 1929; DOBZHANSKY und STURTEVANT, 1935). Ausnahmslos haben die Nachkommen — unter denen ja unter anderen Chromosomenkombinationen auch reine *A*- bzw. *B*- und *F*1-identische vorkommen müßten — eine sehr geringe Vitalität. In einigen Kulturen sterben sogar sämtliche Nachkommen. Um die Gründe dieses unerwarteten Absinkens der Lebensfähigkeit kennenzulernen, wurden die einzelnen Chromosomen der Eltertiere durch Erbfaktoren markiert und die *F*1-Weibchen mit Männchen beider Elterformen rückgekreuzt. Jetzt konnte hier direkt gezeigt werden, daß Individuen mit einem einheitlichen *A*- oder *B*-Chromosomenbestand dieselbe niedrige Lebensfähigkeit hatten wie solche, die gemischterbig waren. Die gegebene Erklärung schien die der mütterlichen Vererbung zu sein. Eine mütterliche Vererbung[1] liegt vor, wenn durch die Erbfaktoren des mütterlichen Genoms das Zytoplasma derart prädeterminiert ist, daß alle Nachkommen dieser Mutter dieselbe Eigenschaft besitzen [vgl. CORRENS, 1937: „Nicht mendelnde Vererbung" und PLAGGE, 1938: „Gen-bedingte Prädetermination" (sog. „mütterliche Vererbung") bei Tieren]. Eigene Untersuchungen[2] haben nun zu folgenden Ergebnissen geführt: 1. Zwei Erbfaktoren, lm_1 und lm_2 (*l*-letal; *m*-mütterlich), lokalisiert im *X*-Chromosom der *A*-Rassen, haben bei Kreuzungen innerhalb der Art *A* keine wesentliche Wirkung auf die Vitalität. Auch bei den *F*1-Nachkommen aus *A* × *B*-Kreuzungen wird die normale Lebensfähigkeit nicht herabgesetzt. 2. Diese Faktoren prädeterminieren bei den *A*/*B*-Bastard-*F*1-♀♀ vor dem Ablauf der Reifeteilung das Zytoplasma derart, daß a) in der *F*2-Generation alle Individuen ohne Rücksicht auf ihre Chromosomenkombination eine geringere Lebensfähigkeit besitzen; daß b) diejenigen *F*2-Zygoten, die homozygot für die extremen Allel-Wirkungsstufen dieser Gene sind oder die diese Faktoren plus dem prädeterminierten Zytoplasma erhalten, absterben. 3. Alle *F*2-♀♀, die ein *A*/*B*-Bastard-*X*-Chromosomenpaar besitzen, verhalten sich in den weiteren Rückkreuzungen gleich den

[1] Scharf davon zu trennen ist die direkte mütterliche Übertragung von symbiontischen Organismen, Plastiden, Wirkstoffen, Krankheitserregern usw. Mit Vererbung hat dieser Mechanismus nichts zu tun.

[2] Die ausführliche Veröffentlichung erfolgt an anderer Stelle.

F 1-*A*/*B*-♀♀. Die ♀♀ mit einem identischen *X*-Chromosomenpaar (*A*/*A* oder *B*/*B*) verhalten sich gleich den Elter-♀♀, sie ergeben „normal" lebensfähige Nachkommen.

In zwei zeitlich unabhängig voneinander ausgeführten Experimenten sind sämtliche Kombinationen untersucht worden. Immer erhielt ich dasselbe Ergebnis. *Dieser Fall der mütterlichen Vererbung ist für die Isolierung von A und B insofern von Bedeutung, als die Kreuzung eines jeden A-Stammes mit jedem B-Stamm im günstigsten Falle zu schlecht lebensfähigen F 2-Tieren führt; im ungünstigsten kommen überhaupt keine F 2-Individuen auf.* Die Bastard-♀♀ produzieren hier zwar befruchtungsfähige Gameten, sämtliche *F* 2-Zygoten sterben aber im frühen Ei- oder 1. Larvenstadium. Über die Verbreitung der extremen Formen der diese Prädetermination bedingenden Erbfaktoren in den Wildpopulationen könnten nur auf Grund der Herkunft der schon mehrere Jahre im Laboratorium gehaltenen Stämme Vermutungen angestellt werden.

b) Bastardsterilität.

D. pseudoobscura A/B-Bastarde.

Seitdem durch zahlreiche Beispiele in der Zoologie und Botanik erhärtet werden konnte, daß sterile oder fast sterile Bastarde Störungen der Chromosomenpaarung aufweisen, hat sich die Ansicht durchgesetzt, daß individuelle Chromosomen-Strukturabweichungen den Paarungsmechanismus in Unordnung bringen [vgl. SCHULTZ und DOBZHANSKY (1933), PÄTAU (1935), KERKIS (1936)]. In den Arbeiten von DOBZHANSKY (1933/36) und KOLLER (1933/34) wurde nachgewiesen, daß nur die Reifeteilung der *D. ps. A*/*B*-♂♂ eine anomale ist. Die I. Reifeteilung ist anomal, die II. fehlt vollkommen, und statt der Spermatozoen werden degenerierende polyploide Zellen gebildet. In der I. Reifeteilung ist die Spindelformation abnorm und der Zellkörper selbst bleibt ungeteilt. Neben den Paarungsstörungen und den extrachromosomalen Absonderlichkeiten ist auch die Hodengröße und -struktur der *A*/*B*-Bastardmännchen verändert.

TAN (1935) untersuchte die Speicheldrüsenchromosomen beider Arten und fand, daß sie sich durch 6 verschiedene Inversionen (vgl. Teil II, Abschnitt D) unterscheiden: In 4 Abschnitten des X- und in je einem des II. und III. Chromosoms. Steril sind aber nur die ♂♂, so daß nur die Strukturunterschiede der Autosomen in Frage kämen. Abgesehen davon, daß sowohl bei *D. ps.* wie auch bei anderen *Drosophila*-Arten Individuen einer Wildpopulation, die heterozygot für 2 oder mehr Inversionen sind, keine Anzeichen einer Sterilität zeigen, sprechen gegen die Annahme, daß Strukturunterschiede diese Sterilität der *D. ps. A*/*B*-Bastard-♂♂ verursachen, folgende Ergebnisse: 1. *Der entscheidende Unterschied* zwischen der Spermatogenese der Bastard-♂♂ und der der reinen Art *liegt im Verhalten der extrachromosomalen Strukturen* und nicht in dem der Chromosomen. 2. *A*/*B*-*F* 1-♀♀ wurden mit Männchen rückgekreuzt, deren X-Chromosom genetisch markiert war. In der Nachkommenschaft traten nun neben den regulären Söhnen auch *F* 2-♂♂ auf, die durch das Nichttrennen der *X*-Chromosomen der *A*/*B*-*F* 1-♀♀ das *X*-Chromosom vom Vater, von der Mutter kein Geschlechtschromosom (*O*) und die Autosomen zufällig verteilt von der *A*/*B*-*F* 1-Mutter plus einem Autosomensatz vom *A*- bzw. *B*-Vater mitbekommen (*X*; *O*; *A*/*B*?[1]). *Die Spermatogenese der X*; *Y- und X*; *O*-♂♂ *zeigt nun dieselben Störungsgrade, und die Variabilität der Hodengröße und -struktur ist dieselbe.* Unter den *F* 2-♂♂ aus der Kreuzung *A*/*B*-*F* 1-♀♀ × *B*-♂♂ z. B. kommen ♂♂ vor, die nur *A*-Chromosomen haben (fertil), solche, die eine mit *F* 1 identische Bastardkombination besitzen (steril), und solche mit allen Übergangsstufen (steril[2]). Da in den *X*; *O*-♂♂ der Einfluß des *Y*-Chromosoms ausgeschaltet ist, können die Grade der Variabilität nur von dem Zusammenwirken zwischen dem in allen Fällen identischen *X*-Chromosom und der jeweiligen zufälligen Autosomenkombination abhängen. *Je mehr Autosomen mit dem X-Chromosom in ihrer Herkunft (A oder B) übereinstimmen, desto geringer die Störungen und umgekehrt.* DOBZHANSKY markierte die einzelnen Chromosomen und konnte zeigen, daß alle untersuchten Abschnitte wirksam waren und daß sich die verschiedenen Wirkungen der einzelnen Sektionen addieren. Es war zu schließen, daß *durch das Zusammenwirken von Erbfaktoren im X-Chromosom mit Erbfaktoren in den Autosomen bei den Bastard-*♂♂ *das anomale Verhalten der Reifeteilung verursacht wird.* Eine Lokalisation der diese Sterilität verursachenden Faktoren gelang nicht.

Ein Einfluß des Zytoplasmas kann auf Grund der Experimente von DOBZHANSKY 1936 ausgeschaltet werden. Bei Rückkreuzungen *A*/*B*-*F* 1-♀♀ × *A*- oder *B*-♂♂ waren 1. die *F* 2-♂♂ mit einem reinen *A*- oder *B*-Chromosomenbestand immer fertil, gleichgültig, ob die Großmutter der eigenen Art angehörte oder nicht; und ebenso waren 2. die Störungen in der Spermatogenese, die Variabilität der Hodengröße und -struktur bei den gemischtchromosomigen ♂♂ dieselben.

D. pseudoobscura/D. miranda-Bastarde.

Die Chromosomenzahl der *miranda*-♂♂ ist 2 n = 9, die der *D. pseudoobscura*-♂♂, wie bei den ♀♀, 2 n = 10 (vgl. Fig. 1). DOBZHANSKY (1935a) erklärte dies so, daß die Art *D. miranda* 2 *X*-Chromosomenkomplexe besitzt: 1 V-förmiges X_1- und

[1] *A*/*B*? soll bedeuten, daß die Autosomen entweder nur *A*, bei Rückkreuzung mit einem *A*-♂, bzw. nur *B*, bei Rückkreuzung mit einem *B*-♂, oder *A*/*B*, oder sämtliche Kombinationsmöglichkeiten der 4 Autosomen dazwischen sein können.

[2] Fertile *F* 2-„Ausnahme"-♂♂ können auch solche sein, die nur ein III.- oder ein IV.-Autosom oder beide von der anderen Art besitzen.

1 stabförmiges X_2-Chromosom. Die ♀♀ haben die Konstitution X_1X_1; X_2X_2 plus 3 Autosomenpaaren, die ♂♂ X_1; Y; X_2 ebenfalls plus 3 Autosomenpaaren. Zum ungestörten Ablauf der Meiose wäre dann eine gerichtete Reifeteilung bei den *D. mir.*-♂♂ Bedingung. Der Geschlechtschromosomenkomplex müßte immer, um das normale 1 : 1-Verhältnis zu gewährleisten, in X_1X_2 und Y spalten.

Die vergleichende Analyse der Speicheldrüsen-Chromosomenstruktur der *D. ps.*/*D. mir.*-Bastarde zeitigte folgende Ergebnisse (DOBZHANSKY und TAN, 1936): 1. Es sind in den *D. ps.*- und *D. mir.*-Chromosomen Abschnitte zu finden, die einander homologe Strukturen besitzen. 2. Die Paarung zwischen solchen Chromosomenabschnitten variiert von vollkommen gepaart bis ungepaart. 3. Nach

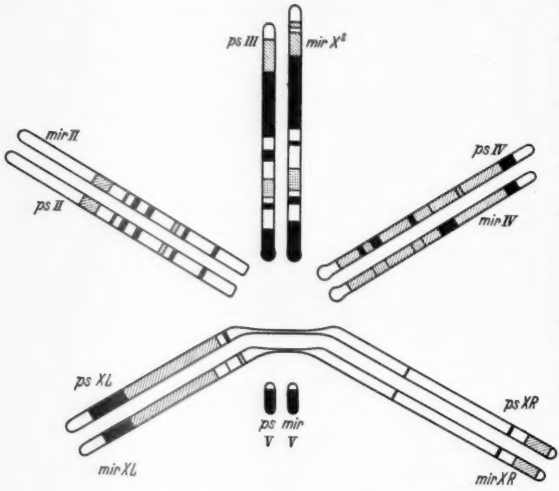


Fig. 5. Schema der Chromosomen-Homologien zwischen *D. pseudoobscura* (*ps*) und *D. miranda* (*mir.*). Abschnitte mit einer identischen Struktur sind: weiß, mit einer einander reziproken Anordnung: gestrichelt, Verlagerungen: gepunktet und nicht näher vergleichbare: schwarz eingetragen. (Nach DOBZHANSKY.)

der Strukturgleichheit beurteilt ist das X-Chromosom von *D. ps.* (=V.) homolog dem X_1 bei *D. mir.*, und das stabförmige III. Autosom bei *D. ps.* homolog dem X_2 bei *D. mir.* 4. Die Unterschiede in der Strukturfolge zwischen beiden Arten sind verursacht: a) durch intrachromosomale Umlagerungen und b) durch Verlagerungen einzelner Abschnitte von einem Chromosom in ein anderes. Im Schema Fig. 5 sind diese Ergebnisse graphisch dargestellt. 5. MC. KNIGHT (1938) berichtet, daß das Y-Chromosom von *D. mir.* euchromatisches (Erbfaktoren tragendes) Material enthält, das, soweit es sich aus den bisherigen Untersuchungen schließen läßt, homolog einem Teil des Euchromatins von X_2 *D. mir.* bzw. von III *D. ps.* ist.

Den Beweis, daß bei *D. mir.*-♂♂ eine gerichtete Reifeteilung besteht und daß das X_2-Chromosom von *D. mir.* homolog dem III. Autosom von *D. ps.* ist, erbringt die Analyse der Artkreuzungen (DOBZHANSKY, 1937c). Die Kreuzung *D. mir.*-♀♀ × *D. ps.*-♂♂ bringt vollsterile Nachkommen im 1♀ : 1♂-Verhältnis hervor. Die Bastard-♀♀, die einen für beide Arten „normalen" vollständigen Chromosomenbestand haben (vgl. Fig. 6), sind gut lebensfähig. Die Bastard-♂♂ haben im Gegensatz zu den reinen *D. mir.*-♂♂ in dem III. *D. ps.*-Autosom einen Partner für das X_2-Chromosom. Die Erscheinungsform dieser ♂♂ ist anomal und ihre Lebensfähigkeit ist stark herabgesetzt. Aus der Kreuzung *D. ps.*-♀♀ × *D. mir.*-♂♂ entstehen wiederum vollsterile Nachkommen — jetzt aber in einem Verhältnis von etwa 200 ♀♀ : 1 ♂. Die Bastard-♀♀ dieser Kreuzung besitzen wiederum einen „normalen", vollständigen Chromosomensatz (vgl. Fig. 6). Die Nichtlebensfähigkeit dieser Bastard-♂♂ kann nur darauf zurückgeführt werden, daß das III. Chromosom von *D. ps.* nicht vollkommen homolog dem X_2 von *D. mir.* ist und lebenswichtige Chromosomenbestandteile bei diesem Bastard-♂♂ fehlen. Der Beweis, daß die wenigen Ausnahmebastard-♂♂ von Ausnahmespermien herstammen, konnte durch Chromosomenmarkierungen erbracht werden. Es wurden gekreuzt: *D. ps.*-♀♀, die homozygot für rezessive Erbfaktoren im X-Chromosom und im III. Chromosom waren, mit normalen *D. mir.*-♂♂. Ergebnis: Die F_1-Ausnahmebastard-♂♂ zeigten die rezessiven Faktoren des X-Chromosoms, aber nicht die des III. Ausgehend von der durch den Vergleich der Speicheldrüsen-Chromosomenstruktur wahrscheinlich gemachten Hypothese, daß X_2 von *D. mir.* dem III. Autosom von *D. ps.* weitgehend homolog ist, war zu schließen, daß die Ausnahme-♂♂ durch falsche Kombination des X_1, X_2 und Y in der *D. mir.*-Spermatogenese entstanden sind, daß diese zur Befruchtung gelangenden Spermatozoen demnach X_2; Y (oder X_2; O)[1] und nicht Y; O sind. Der Grund für die verschiedene Lebensfähigkeit der Bastard-♀♀ (normal) und -♂♂ (sehr gering) läge demnach an dem Umstand, daß lebenswichtige Erbfaktoren bei der einen Art im X-Chromosom, bei der anderen Art aber die homologen in den Autosomen liegen.

[1] Cytologische Nachuntersuchungen der Bastard-♂♂ der Kreuzung *D. ps.*-♀♀ × *D. mir.*-♂♂ sind nicht gemacht worden, so daß es unentschieden bleiben muß, ob diese Ausnahmespermien X_2; Y oder X_2; O sind. Der Umstand, daß die ♂♂ dieser Kreuzung *D. ps.* ähnlicher und vor allem lebensfähiger sind als die der reziproken Kreuzungen, weist meines Erachtens darauf hin, daß diese nicht partiell triploid sind, wie sie bei Anwesenheit des Y—*D. mir.*-Chromosoms sein müßten (vgl. Beobachtungen von MCKNIGHT). Andererseits hat die Beobachtung normaler Metaphaseplatten der *D. mir.*-♂♂ keine Ausnahme von der Regel feststellen können, daß die beiden V-förmigen Chromosomen (X_1 und Y) zu verschiedenen Polen gehen.

Abschließend können wir über die Sterilitätsuntersuchungen folgendes aussagen: Von den beiden Formen der Bastardsterilität, 1. durch das Zusammenwirken genetischer Faktoren bedingte Sterilität und 2. durch die chromosomalen Strukturunterschiede hervorgerufene Sterilität, scheint die erstere für die *D. ps. A/B*-Bastarde in Frage zu kommen. Die Gründe der *D. ps./D. mir.*-Sterilität können erst auf Grund weiterer Analysen erkannt werden.

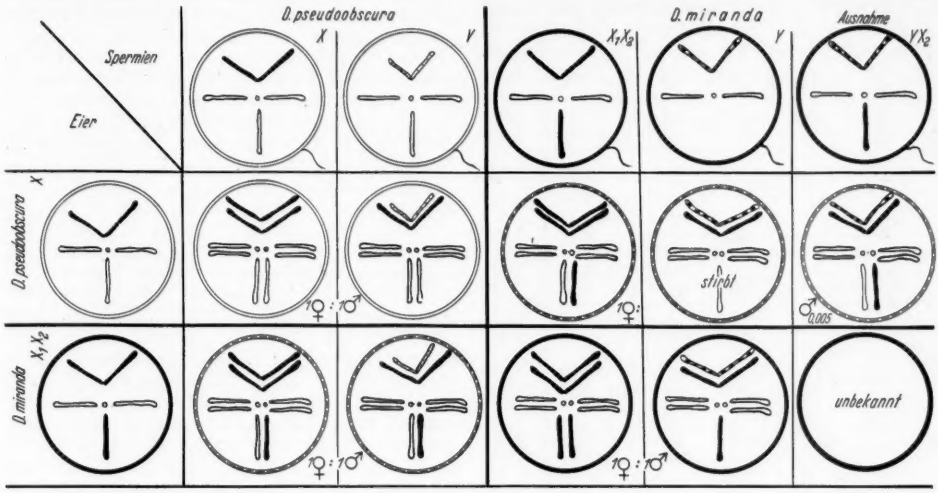


Fig. 6. Schematische Darstellung der Chromosomengarnituren von *D. pseudoobscura* ◎, *D. miranda* ○ und deren Bastarde ◎.

Intra- oder extragonadale Ursachen der D. ps. A/B-Männchensterilität.

Nach den Ergebnissen von BEADLE und EPHRUSSI und von KÜHN und seinen Mitarbeitern über intercellulär wirkende diffusible „Gen"-Substanzen erschien es zweckmäßig, das Transplantationsexperiment auch bei den Sterilitätsuntersuchungen heranzuziehen, — zumal „Bastard"-Substanzen schon in Artkreuzungen anderer Organismen nachgewiesen waren. DOBZHANSKY und BEADLE (1936) prüften das Verhalten von Bastardgonaden in den Elterformen und reziprok; ferner Transplantation von *A*-Gonaden in *B*-Wirte und reziprok. In allen Fällen entwickelten sich die Gonaden herkunftsgemäß. Während eine chromosomal bedingte Sterilität notwendigerweise intracellulärer Natur sein muß, ist diese Voraussage für eine genisch bedingte nicht notwendig: Die Struktur der Gonaden und die physiologischen Abläufe in ihnen können entweder durch die genetische Natur der Zellen innerhalb der Gonade bestimmt werden (herkunftsgemäße Entwicklung des Implantates) oder durch ein Zusammenwirken zwischen Gonade und anderen Körperteilen, z. B. durch Vermittlung von Wirkstoffen (ortsgemäße Entwicklung). Die Entscheidung dürfte aber nur durch eine direkte Beeinflussung der Wirtsgonaden durch injizierte Gonadensubstanzen zu erbringen sein. Die Methodik des Experimentes von DOBZHANSKY und BEADLE erlaubt keine Beantwortung der Frage: genisch oder chromosomal bedingte Sterilität? Das Experiment beantwortet aber die Frage: ist die Sterilität der *D. ps.-A/B*-Bastard-♂♂ extra- oder intragonadal bedingt? Unzweifelhaft sprechen diese und Befunde an anderen *Drosophila*-Arten für die letztere Möglichkeit.

C. Untersuchungen über Chromosomen- und Genhomologie.

Falls der seltene Umstand eintritt, daß zwei *Drosophila*-Arten kreuzbar sind, so kann man durch die zytologische Analyse dieser Bastarde Aussagen machen über die lineare Anordnung homologer Gene (vollständige Paarung = homologe Strukturen = homologe Gene). Und die gesetzmäßig erfaßbaren Möglichkeiten der chromosomalen Veränderungen und ihre phylogenetische Ableitbarkeit können uns über die Rolle der Umgruppierung des Erbfaktorenbestandes im Evolutionsgeschehen Aufschlüsse geben. Falls aber homolog erscheinende Stukturen ungepaart bleiben oder neue, in der anderen Art nicht auffindbare, entstanden sind, ist eine Untersuchung dieses Zustandes nur durch genetische Methoden möglich. Das Problem der phylogenetischen Gensonderung zweier Arten ist nur im Zusammenhang mit Untersuchungsmethoden der speziellen Genetik angreifbar. Die genetische Untersuchung ist in der Lage, falls die Arten kreuzbar sind, Aussagen zu machen über das Allelenverhältnis zweier homolog erscheinender Gene. Erweist sich aber das Kreuzungsexperiment als undurchführbar, so beruht jeder Versuch, homologe Gene zu erkennen,

auf der vergleichenden Analyse der phänotypischen Wirkung. Erschwert wird diese Arbeit durch die weitgehende Übereinstimmung der phänotypischen Wirkung verschiedener Gene.

a) Vergleichende phänogenetische Untersuchungen bei D. pseudoobscura und D. melanogaster.

Eine sehr eingehende Untersuchung der bekannten Erbfaktoren der *D. ps. A, B* und *D. melanogaster* (DONALD, 1936; und STURTEVANT und TAN, 1937) führte zu folgenden Resultaten: 1. Die auf Grund der vergleichenden genetischen Untersuchungen hergestellten Chromosomen-Homologien sind in der Fig. 7a dargestellt.

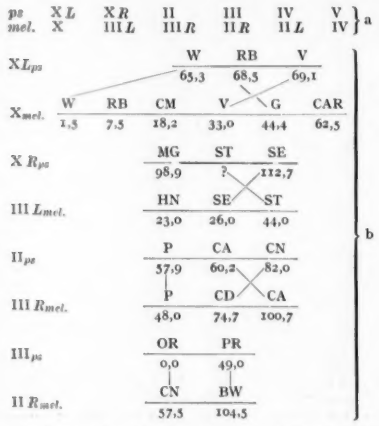


Fig. 7. Schema der Chromosomen- und Genhomologien zwischen *D. pseudoobscura* (*ps*) und *D. melanogaster* (*mel*). a) Die den *D. melanogaster* homologen *D. pseudoobscura*-Chromosome sind über den *D. melanogaster*-Chromosomen aufgeführt. (Nach STURTEVANT und TAN.) Diese Chromosomenhomologien sind auf Grund phänogenetischer Analysen erschlossen. b) Die homologen Augenfarbmutationen sind durch Striche miteinander verbunden. *W = white*; *RB = ruby*; *V = vermilion*; *CM = carmine*; *G = garnet*; *CAR = carnation*; *MG = magenta*; *ST = scarlet*; *SE = sepia*; *HN = henna*; *P = pink*; *CA = claret*; *CN = cinnabar*; *CD = cardinal*; *OR = orange*; *PR = purple*; *BW = brown*. (Nach den Ergebnissen der Transplantationsexperimente von GOTTSCHEWSKI und TAN.)

Interessant erscheint vor allem, daß autosomales genetisches Material der einen zu geschlechtschromosomalem der anderen Art werden kann (IIIL-Autosom von *D. melanogaster* = X R von *D. pseudoobscura*)[1]. 2. Interchromosomale Verlagerungen und Inversionen, die die Spindelansatzstelle übergreifen, sind nicht festzustellen. 3. Besteht die Annahme, daß jedes *D. ps.*-Chromosom als Ganzes einem *D. melanogaster*-Chromosom homolog ist, zu Recht, so kann die Anzahl der stattgefundenen Umlagerungen für jedes Chromosom erschlossen werden.

b) Der Vergleich der homologen Genwirkungsketten bei D. pseudoobscura und D. melanogaster durch das Transplantationsexperiment.

Die beste Methode, das Genwirkungssystem zweier nichtkreuzbarer Arten miteinander zu vergleichen, scheint die Transplantation der Organanlagen der einen in die andere Art zu sein (GOTTSCHEWSKI und TAN, 1937/38; und GOTTSCHEWSKI und BUCK, 1938). In umfangreichen Experimenten wurden sämtliche bekannten *D. ps.*-Augenfarbfaktoren mit denen ähnlicher Wirkung von *D. melanogaster* verglichen. Die Ergebnisse dieser Transplantationsexperimente gingen insofern über die der phänogenetischen Untersuchungen hinaus, als mit einer Ausnahme für die *D. ps.*-Erbfaktoren definitiv ein homologes Wirkungssystem bei *D. melanogaster* nachgewiesen werden konnte. Nur für *ein D. ps.*-Gen (*magenta*) ließ sich bei *D. melanogaster* kein homologes finden (vgl. Fig. 7b). Darüber hinaus interessieren in diesem Zusammenhang folgende Ergebnisse: 1. Die Augenfarbgene lassen sich bei beiden Arten in gleiche Gruppen mit identischer Wirkungsweise einordnen. 2. Es ist nachgewiesen, daß sämtliche Augenfarbgene und die Wildaugenfarbe bei *D. ps.* sich von denen bei *D. melanogaster* durch einen Augenfarbfaktor unterscheiden, der sein Homologon in einem rezessiven Gen (*clot*) bei *D. melanogaster* hat. Im Artsonderungsprozeß könnte sich dieser Allelenzustand (*clot*) bei *D. ps.* als für die Artbildung notwendig erwiesen haben, während die stammesgeschichtlich ältere *D. melanogaster* das „normale" Allel (+ *clot*) benötigte.

D. Zusammenfassung des I. Teiles.

Kehren wir zu der eingangs erörterten Frage zurück: Gibt es charakteristische Merkmale, auf Grund deren den Formen *D. ps. A, B* und *D. mir.* der Rang verschiedener Arten zugesprochen werden muß, so wird sich kaum eine klare Entscheidung treffen lassen. Es bleibt der Übereinkunft vorbehalten, ob man in Fällen wie diese den durch das genetische Experiment aufgedeckten physiologischen Unterschieden den Vorzug vor der in der Systematik üblichen Artdefinition gibt und solche Individuengruppen als verschiedene oder beginnende Arten bezeichnet, oder ob das Schwergewicht auf morphologische Merkmalsunterschiede zu legen ist. Wie oben ausgeführt, ist der Genetiker geneigt, erbliche physiologische Unterschiede, die zu einer vollständigen Isolierung führten, als gleichberechtigt mit den morphologischen „Art"-Merkmalen anzusehen.

Die vollkommene Isolierung dieser drei Formen bewirkt nun nicht ein einzelner spezifischer, son-

[1] Im Augenblick liegen über solche Fragen, die sich hieraus zwangsläufig ergeben, keine Untersuchungen vor. STURTEVANT und TAN (1937) weisen nur auf einige Probleme hin. Zwei erscheinen besonders wichtig: Kenntnis der phylogenetischen Entwicklung und Analyse der verschiedenen physiologischen Eigenschaften des Chromosoms als Autosom und als Geschlechtschromosom.

dern eine Menge ineinander verwobener Isolations-Mechanismen. Wir finden 1. auf Grund einer verschiedenen Umweltsanpassung eine unvollständige geographische und ökologische Isolation; 2. eine deutliche sexuelle Isolation; und 3. eine Anzahl von Mechanismen, die das Aufkommen einer Bastardpopulation verhindern. Es ist kein Fall dafür bekannt, daß in Wildpopulationen Bastardindividuen zwischen *D. ps. A* und *B* bzw. zwischen *D. ps.* und *D. mir.* aufgetreten wären. Auch im Experiment stößt die Fortführung einer *A*/*B*-Bastard-Kombination auf erhebliche Schwierigkeiten. Ferner ist der Anfang gemacht, um einzelne dieser mannigfaltigen und in ihrer Gesamtheit voll wirksamen Mechanismen genetisch zu analysieren. Im Falle der niedrigen *F*2-Lebensfähigkeit ist es gelungen, die dafür verantwortlichen Erbfaktoren zu lokalisieren und in ihrem Wirkungsmechanismus kennenzulernen. Für andere diese 3 Arten trennende Isolationsmechanismen konnte es wahrscheinlich gemacht werden, daß sie durch Erbfaktoren bedingt sind.

(Schluß folgt.)

Kurze Originalmitteilungen.

Für die kurzen Originalmitteilungen ist ausschließlich der Verfasser verantwortlich.

Zur Messung von β-β-Koinzidenzen.

Die beiden Hauptschwierigkeiten bei Messung von β-β-Koinzidenzen, nämlich die Möglichkeit, daß Elektronen durch Streuung von einem Zählrohr ins andere kommen, und die Möglichkeit der Bildung von störenden Sekundärelektronen durch Verzweigung (z. B. in den Zählrohrwänden), können in der folgenden Weise fast ganz vermieden werden. Zwischen den horizontalen Zählrohren wird ein vertikaler Schirm von der Höhe der Zählrohre angebracht; das β-Präparat wird nicht zwischen den Zählrohren, sondern über der Kante des Schirmes befestigt. Um bessere Intensität zu bekommen, ist es zweckmäßig, dünnwandige Zählrohre mit Atmosphärendruck zu verwenden.

Um die Anordnung zu probieren, habe ich β-β-Koinzidenzen am RaE und Au^{198} (2,7 *d*) gemessen. Das β-Spektrum von Gold umfaßt nach RICHARDSON[1] auch 10 % durch innere Umwandlung gebildete Elektronen (Messung mit Wilson-Kammer). Die Zahlen der Koinzidenzen pro 1000 Ausschläge in einem Zählrohr waren: Au (eine leider nicht ganz dünne Folie, 18 mg/qcm): $13{,}5 \pm 1{,}0$; RaE in einer Goldfolie derselben Dicke: $3{,}7 \pm 0{,}4$; RaE in Cellophan von 3 mg/qcm Dicke: $1{,}1 \pm 0{,}3$. Unter der Annahme, daß die Anzahl der Verzweigungen im Präparat im ersten (Gold) und im zweiten Falle (RaE in Goldfolie) dieselbe ist, und unter Berücksichtigung der Absorption in der Goldfolie ergibt sich, daß etwa 10 % sekundäre Teilchen mit den primären gekoppelt sind, in Übereinstimmung mit den Messungen von RICHARDSON. Die Koinzidenzmessungen zeigen auch direkt, daß diese gekoppelten, sekundären Teilchen innerhalb weniger als 2.10^{-5} sec nach der β-Emission ausgesandt werden, und damit, daß die entsprechende γ-Strahlung nicht von einem metastabilen Zustand herrührt.

Stockholm, Forschungsinstitut für Physik, Akademie der Wissenschaften, den 17. Juli 1939.

F. NORLING.

Röntgenographische und viskosimetrische Untersuchungen über die Wirkung von Zusätzen auf den Aufbau von Natriumoleatlösungen.

In wäßrigen Natriumoleatlösungen lösen sich *wasserunlösliche* Stoffe, z. B. Benzol[2], klar auf. Derartige Zusätze[3] — ebenso wie auch Elektrolyte[4] — ändern sehr stark die Viskosität. Der Mechanismus der hierbei erfolgenden Änderung des Lösungsaufbaues ist noch nicht bekannt.

Nachdem K. HESS und J. GUNDERMANN[5] gezeigt haben, daß mizellare Lösungen deutliche Röntgeninterferenzen geben können, hat sich die röntgenographische Methode insbesondere als sehr wichtig für die Untersuchung des Aufbaues von Seifenlösungen erwiesen[1] (kristalline Ordnung der Seifenmizelle). Im folgenden wird daher diese Methode im Zusammenhang mit Viskositätsmessungen auch zur Untersuchung dieser Erscheinungen herangezogen und vergleichend über die Wirkung von Benzol- und Alkalizusatz auf die Änderung des Lösungszustandes von Natriumoleatlösungen berichtet.

a) Einwirkung von Benzol. Der Einfluß des Benzolzusatzes auf das Röntgenbild geht aus Fig. 1 und 2 hervor. Der innere Ring des Röntgendiagramms einer 15proz. Natriumoleat-Lösung (Fig. 1) hat sich durch den Zusatz von 0,39 g Benzol/1 g festes Natriumoleat wesentlich verkleinert (Fig. 2), entsprechend der Vergrößerung des Netzebenenabstandes in Richtung der Kohlenwasserstoffkette von 84 Å auf 100 Å. Damit ist ein unmittelbarer Beweis dafür gegeben, daß das

Fig. 1.

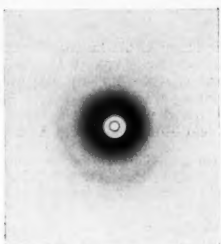


Fig. 2.

Fig. 1. Röntgenaufnahme einer 15 Gew.-proz. Natriumoleatlösung. Innerster Ring: Netzebenenabstand = 84 Å, Filmabstand 200 mm, CuKα-Strahlung. Nat. Größe.

Fig. 2. Röntgenaufnahme einer 14,7 Gew.-proz. Natriumoleatlösung mit einem Zusatz von 0,39 g Benzol/1 g Oleat. Innerster Ring: Netzebenenabstand = 100 Å, Filmabstand 200 mm, CuKα-Strahlung. Nat. Größe.

von den Seifenlösungen aufgenommene Benzol in die kristallin geordnete Mizelle eingelagert wird. Aus der gleichzeitig beobachteten Intensitätssteigerung des inneren Interferenzringes muß geschlossen werden, daß der kristalline Ordnungszustand der Seifenmizellen durch Benzoleinlagerung besser wird, oder daß sich größere Mizellen bilden. Der Seitenabstand der Natriumoleatmoleküle in den benzolhaltigen Oleatmizellen bleibt, wie die Röntgenaufnahmen bei kurzem Abstand zeigen, praktisch unverändert. Es ist daraus zu folgern, daß seitlich zwischen den Seifenmolekülen *kein* Benzol eingelagert wird.

An einer 0,3 n = 9,12 Gew.-proz. Natriumoleatlösung wurde die Änderung des großen Netzebenenabstandes bei

[1] J. R. RICHARDSON, Physic. Rev. **55**, 609 (1939).

[2] C. ENGLER u. E. DIECKHOFF, Ber. dtsch. chem. Ges. **230**, 561 (1892). — E. L. SMITH, J. physic. Chem. **36**, 1401 (1932).

[3] A. HAHNE, Z. dtsch. Öl- u. Fettind. **45**, 245 f. (1925). — E. ANGELESCU u. D. POPESCU, Kolloid-Z. **51**, 247 (1930) — E. ANGELESCU u. V. CIORTAN, Kolloid-Z. **82**, 164, 304 (1938).

[4] Zusammenfassende Darstellung in E. L. LEDERER, Kolloidchemie der Seifen. Dresden: Theodor Steinkopff 1932.

[5] K. HESS u. J. GUNDERMANN, Ber. dtsch. chem. Ges. **70**, 1800 (1937).

[1] K. HESS, H KIESSIG u. W. PHILIPPOFF, Naturwiss. **26**, 184 (1938). — K. HESS, W. PHILIPPOFF u. H. KIESSIG, Kolloid-Z. **88**, 40 (1939) — J. STAUFF, Naturwiss. **27**, 213 (1939).

verschiedenen Benzolzusätzen untersucht. Das in Fig. 3, Kurve A, wiedergegebene Meßergebnis zeigt, daß mit zunehmendem Benzolgehalt der große Netzebenenabstand der Oleatmizellen stark anwächst. Der Zusatz von 0,791 g Benzol/1 g Natriumoleat bedeutet, daß auf 1 Doppelmolekül Natriumoleat 6,2 Benzolmoleküle kommen. Aus der Dichte von Benzol (D = 0,878) ergibt sich die Raumbeanspruchung eines Benzolmoleküls zu 113 Å[1]. Da die Grundfläche eines

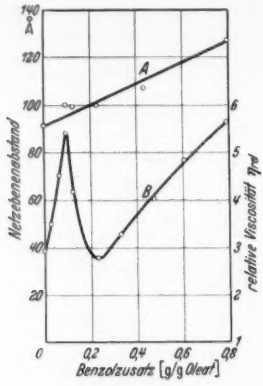


Fig. 3. Kurve A, Netzebenenabstände der Mizellen und Kurve B, relative Viskosität bei verschiedenen Benzolzusätzen zu einer 0,3 n = 9,12 Gew.-proz. Natriumoleatlösung.

Seifenmoleküls in der Oleatmizelle 19,5 Å[2] beträgt, ist eine Schichtdicke von 36 Å erforderlich, um 6,2 Benzolmoleküle auf 1 Doppelmolekül Natriumoleat einzulagern. Um diesen Betrag wächst bei diesem Beispiel der Netzebenenabstand durch die Benzoleinlagerung an, d. h. von 91 Å bei reiner Oleatlösung[3] auf 127 Å bei der benzolhaltigen Lösung.

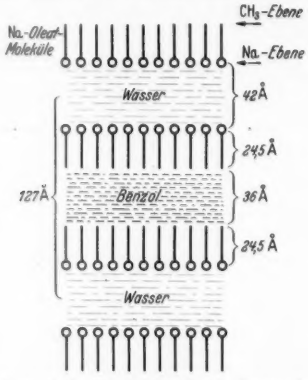


Fig. 4. Schematische Darstellung des Aufbaues einer Mizelle in einer 9,12 Gew.-proz. Natriumoleatlösung mit 0,791 g Benzol/1 g Oleat.

Da sich die Länge eines Natriumoleatmoleküls rechnerisch zu etwa 24,5 Å ergibt und bei den reinen Natriumoleatlösungen die Größe des Netzebenenabstandes von 80—90 Å so zu erklären ist, daß zu der Länge des Doppelmoleküls (49 Å) noch eine Wasserschicht von 30—40 Å kommt, so kann man sich für die Natriumoleatmizelle der 0,3 n = 9,12 % Oleatlösung mit 0,79 g Benzol/1 g Oleat, das in Fig. 4 wiedergegebene Bild machen. Während anzunehmen ist, daß das Wasser sich zwischen die Natriumebenen einschiebt, wird das Benzol sich zwischen die CH_3-Ebenen einlagern. Der deutliche Nachweis, daß mehrere Moleküle Benzol auf ein Doppelmolekül Natriumeloat eingebaut werden, stützt weiterhin die gemachte Annahme, daß ziemlich große Mengen eingelagerter Wassermoleküle den relativ großen Netzebenenabstand der Natriumoleatmizelle verursachen.

Das Ergebnis der Viskositätsmessungen der 9,12proz. Natriumoleatlösung mit verschiedenen Benzolzusätzen zeigt die Kurve B in Fig. 3, die den aus früheren Untersuchungen[1] bekannten charakteristischen Verlauf erkennen läßt: steiler Viskositätsanstieg bei geringen Zusätzen bis zu einem scharfen Maximum, steiler Abfall zu einem ausgeprägten Minimum und erneutes, aber langsames Ansteigen.

Es wurde weiterhin die Schubspannungsabhängigkeit der Viskosität (Strukturviskosität) untersucht. Im Maximum (0,093 g Benzol/1 g Oleat) sowohl wie auch bei Sättigung (~ 0,8 g Benzol/1 g Oleat) war die Viskosität bis zu 600 dyn pro Quadratzentimeter Schubspannung bzw. bis etwa $2 \cdot 10^{-4}$ sec^{-1} Geschwindigkeitsgefälle *schubspannungsunabhängig*, wodurch ungeordnete leicht *irreversibel* zerstörbare Aggregate als Ursache der Viskositätssteigerung ausgeschlossen sind. Es wäre aber als Ursache für das Maximum ein Aggregationsmechanismus ähnlich wie bei NaOH-Zusatz (vgl. unten) möglich.

b) Einwirkung von Natronlauge. Durch Zusätze von Natronlauge wird bekanntlich die Viskosität von Natriumoleatlösungen sehr stark beeinflußt. Aber obwohl Zusätze von 1 % NaOH die Viskosität über das 1000fache steigern, haben wir im Röntgenbild *keine* Veränderung der Netzebenenabstände sowohl des langen als auch des kurzen Seitenabstandes beobachtet. Auch die Intensitäten der Interferenzen zeigen keinen deutlichen Unterschied; es ist nur bei der Aufnahme mit NaOH-Zusatz eine etwas verminderte Schärfe zu erkennen. Durch diesen negativen Befund lassen sich die Fälle, Wachstum der Mizelle bei Erhaltung der kristallinen Struktur, wodurch eine Verschärfung und eine Intensitätssteigerung der Interferenzen verursacht würde, und Vergrößerung der Mizelle durch Einbau von Natronlauge oder durch erhöhten Einbau von Wasser, wodurch eine Verkleinerung der Röntgendurchmesser folgen würde, mit Sicherheit ausschließen.

Die viskosimetrische Untersuchung der NaOH-haltigen Lösungen (Fließkurven) hat die Gültigkeit des NEWTONschen Reibungsgesetzes (konstante Viskosität η_0) bis zu einer Schubspannung von etwa 100 dyn/qcm erwiesen, wobei anschließend eine sehr ausgeprägte Strukturviskosität auftritt, wie es bereits von K. HESS und W. PHILIPPOFF[2] an NaOH-freiem Natriumoleat gefunden worden ist. Die Erklärung der großen Viskositätssteigerung ohne Änderung des Röntgenbildes läßt sich zwanglos durch die Annahme einer *Aggregation* der ursprünglichen kristallisierten Mizellen zu ungeordneten Aggregaten (Sekundärmizellen) deuten, die voraussichtlich durch die Strömung *reversibel* zerstört werden und so die sehr starke Strukturviskosität hervorrufen. Somit wäre eine der Thixotropie ähnliche Erscheinung für die *Sekundärmizellen* mit sehr kleiner Erstarrungszeit anzunehmen. Einzelheiten über diesen Mechanismus zusammen mit den Messungen der Fließkurven werden in einer nachfolgenden Arbeit gebracht.

Benzol- und Natronlaugezusätze geben in beiden Fällen, wenn auch in der Größenordnung verschieden, im wesentlichen eine Erhöhung der Viskosität. Daß es sich aber in beiden Fällen um verschiedene Änderungen des Lösungszustandes handelt, beweist die Röntgenuntersuchung, die unmittelbar zeigt, daß Benzol in die Mizelle eingelagert wird, während der analoge Fall bei NaOH-Zusatz ausgeschlossen werden kann. Diese Untersuchung zeigt im Gegensatz

[1] Siehe Fußnote 4 auf Seite 593.
[2] Siehe Fußnote 3 auf Seite 593.
[3] Die Unterschiede der Netzebenenabstände der reinen Natriumoleatlösungen 84 Å bei der 15proz. Lösung und 91 Å bei der 9,12proz. Lösung sind durch die Änderung der Konzentration bedingt und dürften wohl durch die verschieden starke Wassereinlagerung verursacht sein.

[1] Für den Zusatz von Benzol A. HAHNE, l. c., für Kresol E. ANGELESCU u. Mitarbeiter, l. c.
[2] W. PHILIPPOFF u. K. HESS, Ber. dtsch. chem. Ges. 70, 1808 (1937).

zu den Anschauungen von G. S. HARTLEY[1], daß Benzol in eine Mizelle *kristalliner* Ordnung unter Wahrung der Gitterordnung eingebaut werden kann. Die Annahme einer *flüssigen* Struktur der Seifenmizelle ist nicht notwendig.

Wir danken Herrn Prof. Dr. K. HESS für die Förderung der Arbeit.

Berlin-Dahlem, Kaiser Wilhelm-Institut für Chemie, Abteilung Hess, den 22. Juli 1939.

H. KIESSIG. W. PHILIPPOFF.

Über die Konstitution von Holzpolyosen[2].

Unter Holzpolyosen versteht man eine Reihe von Polysacchariden, die neben Cellulose in verholzten Zellen vorhanden sind. Sie enthalten als Monosaccharidbausteine an Pentosen vorwiegend Xylose und Arabinose, an Hexosen Mannose und Galaktose.

In der vorliegenden Arbeit wurden Xylane aus Weizenstroh und Buchenholz, ein Mannan aus Fichtenholz und ein Arabo-Galaktan aus Lärchenholz auf Molekülgröße und Molekülgestalt untersucht, nachdem sie unter möglichster Vermeidung von Abbauvorgängen aus den Ausgangsmaterialien extrahiert worden waren.

Die durch osmotische Messungen bestimmten Polymerisationsgrade dieser Polysaccharide liegen, wie aus der Tabelle 1 hervorgeht, zwischen 150 und 220, sind also etwa 10mal kleiner als die der zum Vergleich angeführten Holzcellulose.

Tabelle 1.

Substanz	Polymerisationsgrad	Bemerkungen
Xylane aus Stroh und Buche	150	Nativ
Mannan aus Fichte . . .	160	Evtl. etwas abgebaut
Arabo-Galaktan aus Lärche	220	Nativ
Cellulose aus Buche . .	1500	Mindestwert

Die sehr niederen Polymerisationsgrade der Holzpolyosen schließen eine Verwendung dieser Substanzen zu Fasern und Filmen aus.

Daß die osmotisch wirksamen Teilchen Einzelmoleküle und nicht Molekülaggregate sind, geht daraus hervor, daß es gelang, die Polysaccharide unter Erhaltung ihres Polymerisationsgrades in Derivate überzuführen. In der Tabelle 2 sind einige dieser polymeranalogen Umsetzungen zusammengestellt.

Tabelle 2.

Polymerisationsgrade von		Polymerisationsgrade von	
Xylan aus Buchenholz	150	Benzyl-acetyl-xylan	147
Xylan aus Stroh	150	Methyl-acetyl-xylan	149
Mannan aus Fichtenholz	160	Benzoyl-acetyl-mannan	147
Arabo-Galaktan aus Lärchenholz	220	Arabo-Galaktan-acetat	210

Über die Molekülgestalt der Holzpolyosen kann man auf Grund von Viscositätsmessungen folgendes aussagen. Die K_m-Konstanten des STAUDINGERschen Viscositätsgesetzes $\frac{\eta_{sp}}{c} = K_m \cdot P$[3], die ein Maß für die Gestrecktheit der Moleküle darstellen, stimmen bei dem Mannan und den Xylanen untereinander und mit derjenigen der Cellulosen überein. Diese Polysaccharide besitzen also ebenfalls langgestreckte Moleküle. Die K_m-Konstante des Arabo-Galaktans ist 20mal kleiner; man kann daraus schließen, daß hier ähnlich wie bei der Stärke[1] stark verzweigte Moleküle vorliegen (vgl. Tabelle 3).

Tabelle 3.

Substanz	$K_m \cdot 10^4$	Lösungsmittel
Xylane aus Stroh und Buche	5,0	Schweizers Reagens
Mannan aus Fichte	4,4	Schweizers Reagens
Arabo-Galaktan aus Lärche	0,25	Wasser
Cellulose	5,0	Schweizers Reagens
Stärke	0,63	Formamid

Da sich die Xylane aus Stroh und Buchenholz unter besonderen Vorsichtsmaßregeln ohne Abbau isolieren lassene wurden sie auf die Frage hin untersucht, ob sie ebenso wie synthetische Hochmolekulare polymerhomologe Gemischdarstellen, oder ob sie wie einige Eiweißstoffe nach Untersuchungen von SVEDBERG aus Teilchen gleicher Größe bestehen. Die zu diesem Zweck an Xylanen und Derivaten aus, geführten fraktionierten Fällungen führten zu dem Ergebnis. daß mehr als 90 % der Moleküle die gleiche Größe besitzen. Tabelle 4 gibt die Fraktionierung eines Buchenxylans wieder,

Tabelle 4.

Fraktion	Menge in g	Menge in %	Summe %	$\frac{\eta_{sp}}{c}$	Polymerisationsgrad
I	0,11	5,0	5,0	0,074	148
II	0,27	12,3	17,3	0,075	150
III	1,10	50,0	67,3	0,075	150
IV	0,60	27,2	94,5	0,072	144
V	0,12	5,5	100,0	0,052	104

Da bei den Eiweißstoffen bisher nicht bekannt ist, ob die gelösten Teilchen Einzelmoleküle oder Molekülaggregate darstellen, sind die Xylane die ersten hochmolekularen Naturstoffe, deren molekulare Einheitlichkeit nachgewiesen wurde.

Freiburg i. Br., Chemisches Laboratorium der Universität, den 8. August 1939. E. HUSEMANN.

Über die Einwirkung des Zinks und anderer Metalle auf die Carboxylase.

Nach dem Auswaschen von getrockneter Bierhefe mit alkalischer Phosphatlösung ($^m/_{10}$ Na_2HPO_4) wird zur Reaktivierung der Carboxylase Aneurindiphosphat und Metallionen, $Mg^{\cdot\cdot}$ oder $Mn^{\cdot\cdot}$ benötigt[2], während sauer (KH_2PO_4) ausgewaschene Hefe praktisch nicht inaktiviert werden kann[3]. Die Wirkung der Carboxylase wird nun durch verschiedene Metallionen in zum Teil charakteristischer Weise beeinflußt. Besonders bemerkenswert ist das Verhalten des Zinks, das in geringen Konzentrationen (5×10^{-5} bis 5×10^{-3} Millimol im Ansatz von 1,7 ccm Reaktionsgemisch) hemmend, in höheren (5×10^{-3} bis 2×10^{-3}) steigernd, in noch höheren irreversibel hemmend wirkt. Der Effekt ist besonders stark bei sauer ausgewaschener Hefe ausgeprägt, weniger stark bei alkalisch ausgewaschener Hefe; im Mazerationssaft ist die Reaktivierung sogar größer als die anfängliche Hemmung (vgl. Figur 1). In sauer ausgewaschener Hefe hebt ein optimaler $Mn^{\cdot\cdot}$-Zusatz die $Zn^{\cdot\cdot}$-Wirkung völlig auf. Bei der endgültigen Inaktivierung wirken dann aber $Mn^{\cdot\cdot}$ und $Zn^{\cdot\cdot}$ additiv.

Qualitativ ähnlich, aber quantitativ schwächer als $Zn^{\cdot\cdot}$ verhalten sich $Cd^{\cdot\cdot}$, $Ni^{\cdot\cdot}$ und $Co^{\cdot\cdot}$, die also ebenfalls in geringen Konzentrationen hemmend, in höheren steigernd wirken. Nur steigernd wirken $Mg^{\cdot\cdot}$, $Mn^{\cdot\cdot}$ und $Fe^{\cdot\cdot}$, ausschließlich hemmend wirken $Cu^{\cdot\cdot} = Hg^{\cdot\cdot} = Ag^{\cdot} = Au^{\cdot\cdot\cdot} > Al^{\cdot\cdot\cdot} = Cr^{\cdot\cdot\cdot} > Be^{\cdot\cdot} = Pb^{\cdot\cdot} = Sr^{\cdot\cdot} > Ba^{\cdot\cdot}$.

Zn ist ein in den meisten Zellen vorkommendes Metall, das in Trockenhefe z. B. zu 60—90 mg/kg gefunden wird[4]. Über seine biologische Bedeutung ist wenig bekannt (vgl. Zink-Protamin-Insulin und den Befund von EGGLETON[5],

[1] Zusammenfassende Darstellung, G. S. HARTLEY, Kolloid-Z. **88**, 22 (1939).

[2] 232. Mitteilung über makromolekulare Verbindungen; 231. Mitt.: H. STAUDINGER u. J. SCHNEIDERS, Liebigs Ann. (im Druck).

[3] η_{sp} = spezifische Viscosität, $\eta_{rel} - 1$; c = Konz. in Gramm pro Liter; P = Polymerisationsgrad.

[1] H. STAUDINGER u. E. HUSEMANN, Liebigs Ann. **527**, 195 (1937).

[2] K. LOHMANN u. PH. SCHUSTER, Biochem. Z. **294**, 188 (1937).

[3] K. LOHMANN, Biochem. Z. **237**, 481 (1931).

[4] J. SCHWAIBOLD u. G. NAGEL, Vorratspfl. u. Leb.mittelforsch. **1939**, 231.

[5] W. G. E. EGGLETON, Biochemic. J. **33**, 403 (1939).

daß bei Beriberi-Kranken der Gehalt der Haut und Nägel an Zink um die Hälfte vermindert ist).

Alle Befunde scheinen darauf zu deuten, daß dem Zn eine Rolle im Kohlehydratstoffwechsel zukommt.

So wird z. B. auch die Zuckergärung durch Mazerationssaft von Zn in charakteristischer Weise beeinflußt (spätere Mitteilung). Die Milchsäurebildung durch wässerigen Muskelextrakt scheint von Zn nur gehemmt zu werden.

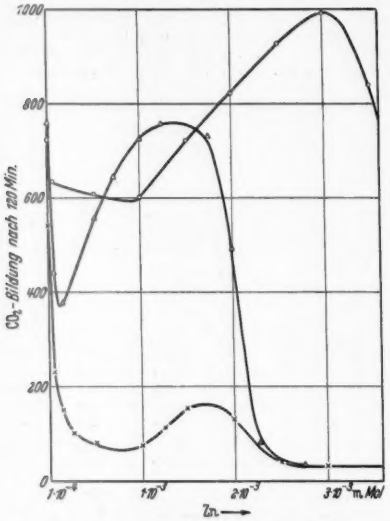


Fig. 1. Konzentrationsabhängigkeit der Zn-Wirkung bei der carboxylatischen Spaltung der Brenztraubensäure.
—△——△— Sauer ausgewaschene Trockenhefe.
—o——o— Mazerationssaft aus Trockenhefe.
—×——×— Alkalisch ausgewaschene Trockenhefe + Aneurindiphosphat.

Berlin, Physiologisch-chemisches Institut der Universität, den 8. August 1939. K. Lohmann. A. J. Kossel.

Über die Konstitution der prosthetischen Gruppe des Cytochroms c.

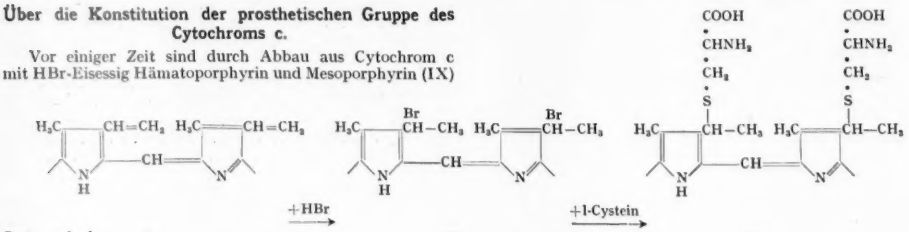
Vor einiger Zeit sind durch Abbau aus Cytochrom c mit HBr-Eisessig Hämatoporphyrin und Mesoporphyrin (IX) soliert worden[1]; damit war die Konstitution der prosthetischen Gruppe auf die des natürlichen Blutfarbstoffs zurückgeführt. Andererseits liefert der Abbau des Cytochroms c mit wäßrigen Säuren ein Porphyrin, dessen ausgesprochen hydrophile Eigenschaften mit der besonderen Konstitution der Seitenketten zusammenhängen, die wahrscheinlich auch die Verknüpfung der prosthetischen Gruppe mit dem Eiweiß vermitteln. Wir hatten uns die Aufgabe gestellt, die Natur dieser Seitenketten aufzuklären und zu diesem Zweck Abbauversuche am Cytochrom c unternommen, die aus methodischen Gründen das Eiweiß möglichst völlig, doch unter Schonung eben der fraglichen Seitenketten durch Hydrolyse entfernen sollten. Inzwischen sind von H. Theorell[1] Versuche mit ähnlichem Ziel beschrieben worden, die zunächst zur Feststellung eines Schwefelgehaltes gewisser Abbauprodukte geführt haben, doch waren die Versuchsbedingungen solche, daß bindende Schlüsse nicht gezogen werden konnten[2], wie es der Autor selbst feststellt und wie wir uns überzeugten. Es ist gefunden worden, daß Cystein, das bei der Hydrolyse aus dem Cytochromeiweiß entsteht, unter den Versuchsbedingungen mit Hämato- und Protoporphyrin schwefelhaltige Produkte liefert[3].

Wir haben unsere Versuchsbedingungen so getroffen, daß eine solche Resynthese ausgeschlossen ist, ferner haben wir trotz der zu erwartenden Schwierigkeit einer Kristallisation der Abbauprodukte von vornherein die Isolierung analysenreiner und einheitlicher Substanzen angestrebt. Das erste Ziel läßt sich durch Ausführung der Hydrolyse mit sehr kleinen Cytochromkonzentrationen erreichen, das zweite dadurch, daß die Abbauprodukte durch Veresterung in organischen Lösungsmitteln löslich gemacht werden und so einer scharfen Fraktionierung durch Verteilung zwischen einem organischen Lösungsmittel und einer wässerigen Phase wechselnder Acidität unterworfen werden können. Da auch wir einen Schwefelgehalt festgestellt hatten, hatten wir gleichzeitig die Synthese eines Di-cystein-protoporphyrinadduktes durchgeführt, vor allem auch, um bei der schwierigen Zugänglichkeit des natürlichen Ausgangsmaterials Erfahrungen über die Eigenschaften etwa zu erwartender Abbauprodukte zu gewinnen. Wir haben die Substanz durch Verschmelzen des HBr-Adduktes des Protoporphyrins mit l-Cystein-hydrochlorid als Tetramethylester in analysenreinem Zustand gewonnen, wie es folgende Daten belegen:

$C_{44}H_{56}N_6S_2O_8$ (860,6)

Ber.:	C 61,35	H 6,56	N 9,77	S 7,45	OCH_3 14,42 %
Gef.:	61,54	6,72	9,63	7,41	14,39 %

Vgl. dazu folgendes Formelschema (es sind nur die Molekülhälften angedeutet).



Nach der Verseifung des Cytochroms c in $2 \cdot 10^{-5}$ mol Lösung, Methylierung und Fraktionierung erhielten wir in etwa 65proz. Ausbeute eine Esterfraktion, die hinsichtlich der Verteilung, die wir mit der früher entwickelten Methodik[4] eingehend untersuchten, mit der synthetischen Substanz völlig übereinstimmte. Die Analysenwerte stimmten auf die eines Tetramethylesters des Di-cystein-protoporphyrinadduktes + 1 Mol Wasser:

$C_{44}H_{56}N_6S_2O_8 \cdot H_2O$ (878,6)

Ber.:	C 60,07	H 6,67	N 9,56	S 7,28	OCH_3 14,11 %
Gef.:	60,23	6,74	9,64	7,39	13,88 %

Gleichzeitig haben wir die optische Aktivität der Verbindungen untersucht und für die natürliche Verbindung

[1] K. Zeile u. F. Reuter, Hoppe-Seylers Z. 221, 101 (1933).

[1] Biochem. Z. 298, 242 (1938).
[2] Biochem. Z. 301, 201 (1939).
[3] K. Zeile u. B. Rau, Hoppe-Seylers Z. 250, 197 (1937).

in 0,1proz. HCl (weißes Licht, 17°) eine spez. Drehung von $-172°$ festgestellt, für die synthetische von $+27°$. Es ist selbstverständlich, daß bei der räumlich verschiedenen Möglichkeit zur Anlagerung von HBr an die ungesättigten Seitenketten des Protoporphyrins und bei der vorläufigen Ermangelung einer methodischen Möglichkeit zur Trennung des HBr-Adduktes in optische Isomere eine sterische Verschiedenheit (bzw. Mischung) des synthetischen Produktes zu erwarten ist. Damit ist auch ohne weiteres der Unterschied im Wassergehalt der Verbindungen erklärt. Die Absorptionsspektren der Verbindungen stimmen hinsichtlich der Lage und Höhe der Absorptionsbanden völlig überein. Durch diese Befunde, vor allem unter Berücksichtigung der übereinstimmenden Verteilungscharakteristik, die erfahrungsgemäß nicht merklich auf Isomerien, hingegen auf Unterschiede in der Zusammensetzung anspricht, so daß etwa Unterschiede in der Länge der Seitenketten ohne weiteres erkennbar wären, ist unter vorläufigem Verzicht auf die Deutung der sterischen Verhältnisse die Konstitution der prosthetischen Gruppe des Cytochroms c im Sinne eines Di-cystein-protoporphyrinadduktes bewiesen.

Wir fanden weiter, daß die Eisenkomplexsalze des natürlichen und synthetischen Esters bei der Reduktion Hämochromogene mit einer mit dem natürlichen Cytochrom c übereinstimmenden Lage der Hauptabsorptionsbande liefern, und zwar bei neutraler Reaktion und *ohne Zugabe einer stickstoffhaltigen Base* (z. B. Pyridin, Eiweiß), wie sie zur Erzeugung sämtlicher bisher bekannter künstlicher Hämochromogene notwendig ist. Damit ist ein neuer Typus von Hämochromogenen aufgefunden, bei dem die Besetzung der 6 Koordinationsstellen des Eisens ausschließlich durch die im Häm-Molekül selbst vorhandenen N-Atome übernommen wird, im vorliegenden Fall, außer den 4 Pyrrolstickstoffatomen, durch die der beiden Aminogruppen in den Seitenketten. Dagegen lassen sich diese Aminogruppen nicht zur Hämochromogenbildung mit einem anderen Häm heranziehen, wie wir das durch das negative Verhalten beim Versuch, das spektral verschiedene Proto-hämochromogen zu erzeugen, feststellten. Das spricht dafür, daß sich die Hämochromogenbildung innerhalb eines Moleküls vollzieht und nicht so, daß die NH_2-Gruppen der Seitenketten die Hämochromogenbildung bei assoziierten Nachbarmolekülen besorgen. Gleichgültig, ob im intakten Cytochrom c-Molekül die Aminogruppen der Cysteinseitenketten oder andere räumlich günstig gelagerte stickstoffhaltige Atomgruppierungen des Eiweißkörpers für den Hämochromogencharakter verantwortlich sind, besteht nach den erhobenen Befunden kein Anlaß, eine abgegrenzte spezifische hämochromogenbildende Komponente anzunehmen; das steht im Einklang mit den bisher stets negativ verlaufenen Versuchen zur Auffindung und Isolierung einer solchen.

Göttingen, Allgemeines Chemisches Universitäts-Laboratorium, den 16. August 1939.

K. Zeile. H. Meyer.

Vollständige Unterdrückung des Zeichnungsmusters durch eine Mutation der Mehlmotte Ephestia kühniella Z.

Bei der Mehlmotte sind zahlreiche Mutationen bekannt, die auf das Zeichnungsmuster einwirken[1]. Teils beeinflussen sie die Helligkeit des Untergrundes, teils den Ausbildungsgrad einzelner Zeichnungssysteme, die sich dunkel oder hell vom Untergrund abheben (Fig. 1a). Ein Faktor (*b*) veranlaßt, daß alle Untergrundschuppen schwarz werden, so daß die dunklen Zeichnungselemente mit dem Untergrund verschmelzen und nur noch die hellen sich abheben. Während der Ausfärbung der Falterflügel in der Puppe tritt aber vorübergehend noch das ganze Muster der Wildform auf. Durch eine andere Mutation (*he*) wird der Ausfärbungsgrad aller Schuppen herabgesetzt, so daß die ganze Zeichnung verblaßt. Aber in viel helleren Tönen als beim normalen Schmetterling lassen sich die Zeichnungselemente doch noch erkennen. Die dunklen Zeichnungsschuppen unterscheiden sich von den hellen Zeichnungsschuppen und von den Untergrundschuppen mittlerer Helligkeit nicht nur durch die Pigmenteinlagerung, sondern auch durch ihre Gestalt und Struktur (Fig. 2). Diese Gestaltsunterschiede bleiben auch bei weitgehender Verblassung durch die Wirkung von *he* erhalten und bilden das Muster auch durch die Verteilung der Schuppenformen noch ab. In diesen Fällen, wie in einer Reihe anderer, die bestimmte Bezirke des Flügels betreffen, bleiben die Elemente der Zeichnung, vor allem die Querbinden, die Mittelflecken und die Randflecken (Fig. 1a) in der Anlage erhalten.

[1] A. Kühn, Z. indukt. Abstammgslehre 58, 419 (1937).

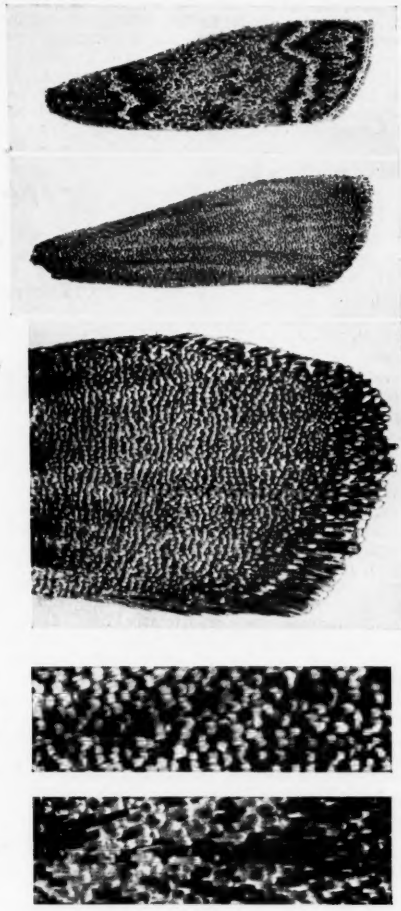


Fig. 1. Rechte Flügel und Flügelteile von *Ephestia kühniella* Zeller. a und e von der Wildform, b—d von der Mutation *ml.* a, b 5,5/1; c 14/1; d, e 30/1.

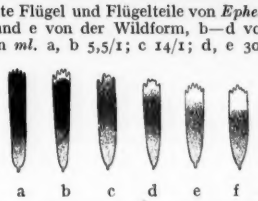


Fig. 2. Schuppentypen der Wildform; ung. 50/1.

Neuerdings traten nun aber in einem unserer Zuchtstämme Tiere auf, deren Flügel gar kein Muster besitzen (Fig. 1b). Sie erscheinen gleichmäßig hell-bräunlich. Keines der Zeichnungselemente hebt sich im geringsten heraus. Bei

stärkerer Vergrößerung fällt eine quer über den Flügel verlaufende „Rieselung" dunkler und weißer Linien auf (Fig. 1c). Diese beruht aber nicht wie die Rieselmuster vieler Schmetterlingsflügel (HENKE[1], SÜFFERT[2]) auf einem Wechsel heller und dunkler Schuppen, sondern darauf, daß alle Schuppen der Flügeloberseite am Grunde dunkel und an der Spitze hell sind, wie noch stärkere Vergrößerung zeigt (Fig. 1d), und daß die Schuppen auf der Flügelfläche in unregelmäßigen Querzügen angeordnet sind[3]. Die Eigenart der neu aufgetretenen Musterabänderung liegt also darin, daß über den ganzen Flügel an Stelle der mannigfaltigen das Muster bildenden Deckschuppentypen der Wildform (Fig. 1e) nur sehr helle Schuppentypen mit deutlich abgesetztem weißem Rand ausgebildet werden (Fig. 1d), vor allem der in Fig. 2f abgebildete Schuppentypus, der bei der Wildform vor allem in den hellen Zeichnungselementen steht. Diese Abänderung der normalen Beschuppung wird durch eine rezessive Genmutation (*ml* musterlos) bewirkt. Die Vitalität der homozygoten *ml ml* ist in bezug auf die Aufwachszahl nicht gegenüber den phänotypisch Normalen herabgesetzt (Spaltverhältnis in F_2 1,19 : 2,81; $m_E = \pm 0{,}07$ bei $n = 605$).

[1] K. HENKE, Z. Morph. u. Ökol. Tiere **12**, 240 (1928).
[2] F. SÜFFERT, Roux' Arch. **120**, 299 (1929).
[3] A. KÜHN u. K. HENKE, Abh. Ges. Wiss. Göttingen **15**, Nr 2, 127 (1932).

Berlin-Dahlem, Kaiser-Wilhelm-Institut für Biologie, den 15. August 1939. A. KÜHN.

Besprechungen.

HERZBERG, GERHARD, **Molekülspektren und Molekülstruktur.** I. Zweiatomige Moleküle. (Wissenschaftliche Forschungsberichte, Naturwiss. Reihe. Bd. 50. Hrsg. von RAPHAEL ED. LIESEGANG.) Dresden u. Leipzig: Theodor Steinkopff 1939. XVI, 404 S. und 169 Abbild. 15 cm × 23 cm. Preis brosch. RM 28.—, geb. RM 30.—.

Seit Erscheinen der 1. großen zusammenfassenden Bearbeitung der Bandenspektren durch WEIZEL (Handbuch der Experimentalphysik, Erg.-Bd. 1), sind nun 8 Jahre verflossen. Damals stand man noch im Übergang von der alten Quantentheorie zur Quantenmechanik und die Darstellung mußte die altgewohnten Formeln mitberücksichtigen. Inzwischen hat sich der quantenmechanische Standpunkt restlos durchgesetzt, so daß der Verf. eine wesentlich leichtere Aufgabe hatte. Bei der Anordnung hat Verf., wie er selbst betont, mehr nach pädagogischen als nach systematischen Gesichtspunkten gehandelt. Statt etwa die ganze Theorie an die Spitze zu stellen, bringt er zunächst nur die Grundlagen der Atomspektren, dann aber erst einmal einen Überblick über das empirische Material, um dann im nächsten Abschnitt wieder an Hand der Theorie die ultraroten Spektren mit ihren Feinheiten durchzusprechen. Diese geschickte Verschlingung von Theorie und Erfahrung kann nur gebilligt werden. Die nächsten Abschnitte bringen die mit Elektronensprung verknüpften Spektren, die Elektronenterme, die Fragen der Bindung und Dissoziation. Den Schluß bilden Beispiele von Bandenspektren und deren Anwendungen. So ist auf rund 400 Seiten unser ganzes Wissen über die Spektren zweiatomiger Molekeln vereinigt, und wer immer damit zu tun haben wird, greift nach dieser vorzüglichen Darstellung, deren Fortsetzung (mehratomige Molekeln) man mit Spannung erwarten darf. GEORG JOOS, Göttingen.

Vitamine und Hormone und ihre technische Darstellung. Erster Teil: HELLMUT BREDERECK und ROBERT MITTAG, **Ergebnisse der Vitamin- und Hormonforschung.** (Chemie und Technik der Gegenwart. Hrsg. von H. CARLSOHN. Band XV.) 2., neubearbeitete Aufl. Leipzig: S. Hirzel 1938. XII, 138 S. 15 cm × 23 cm. Preis kart. RM 7.—.

Das erst vor 2 Jahren in erster Auflage erschienene Büchlein stellt den 1. (rein wissenschaftlichen) Teil eines aus 4 Heften bestehenden Werkes dar; es hat sich verdientermaßen schnell einen großen Freundeskreis erworben, denn es gehört zu den Zusammenfassungen, die vorbildlich sind in der kurzen und klaren Form der Darstellung. Der Hauptwert ist auf die Chemie der behandelten Wirkstoffe gelegt worden; das hat zur Folge, daß diejenigen Vitamine und Hormone im Vordergrund der Betrachtung stehen, deren chemischer Bau bekannt ist, während die übrigen unter Vermeidung einer Darstellung ungeklärter Fragen nur kurz behandelt werden. Gegenüber der 1. Auflage sind die großen, inzwischen erzielten Erfolge auf dem Gebiete der Vitamine (vor allem B_1, D und E) und der Hormone (Sexualhormone und Inkrete der Nebennierenrinde) bis Juli 1938 berücksichtigt und eingearbeitet worden. Zur Erleichterung des Verständnisses wurde ein kurzer Abschnitt über stereochemische Fragen im Gebiete der Steroide eingefügt, und bei den pflanzlichen Hormonen haben die Biosstoffe Aufnahme gefunden. Dem eine Auswahl von 427 Originalarbeiten berücksichtigenden Buch kann man eine immer weitere Verbreitung wünschen.

A. BUTENANDT, Berlin-Dahlem.

Mitteilungen aus der Kernphysik.

Neueres zur Isomerie der Kerne.

Brom besitzt zwei stabile Isotope, nämlich Br^{79} und Br^{81}. Zwischen diesen beiden stabilen Isotopen liegt das instabile Br^{80}. Vor 2 Jahren konnte gezeigt werden, daß dem Br^{80} zwei verschiedene Halbwertzeiten zugeordnet werden müssen und somit in diesem Fall eine Kernisomerie vorliegt (BOTHE und GENTNER, SNELL). Die beiden Halbwertzeiten, die beide negative Elektronenaktivität aufweisen, wurden zu 18 min und 4,5 h bestimmt. Diese Erscheinung der Kernisomerie mußte man sich so vorstellen, daß der Br^{80}-Kern in zwei verschiedenen Konfigurationen existieren kann, die eine verschiedene Lebensdauer bedingen. Als Erklärung einer derartigen Kernisomerie hatte v. WEIZSÄCKER vorgeschlagen, daß sich die beiden Zustände in ihrem Drehimpuls unterscheiden. Er zeigte, daß ein Unterschied im Drehimpuls von mehreren Einheiten genügt, um einen Strahlungsübergang vom höheren Energiezustand zum niederen so stark zu verbieten, daß der höhere Energiezustand eine längere Lebensdauer besitzen kann.

Aus den Abfallkurven konnte aber nicht geschlossen werden, welche von beiden Halbwertzeiten dem höheren Energiezustand angehört und ob zwischen ihnen ein γ-Übergang stattfindet, so daß der eine Zustand aus

dem anderen entstehen kann. Denn nehmen wir einmal an, daß wir durch eine Kernreaktion ein Präparat von Br^{80} mit einem gewissen Mischungsverhältnis des 18-min-Körpers zum 4,5-h-Körper hergestellt haben, und daß nun daneben auch der 18-min-Körper aus dem 4,5-h-Körper durch γ-Übergang entstehen kann. Aus der Abfallkurve der Aktivität wird es in diesem Fall nicht leicht möglich sein, auf die Entstehung des 18-min-Körpers aus dem 4,5-h-Körper zu schließen, da sich schon während der Bestrahlung ein Gleichgewicht einstellt und wir dann nur noch die Halbwertzeit der langlebigen Muttersubstanz beobachten. Die Halbwertzeit der kurzlebigen Tochtersubstanz kann also in diesem Fall gar nicht beobachtet und somit auch kein Schluß auf ihre Entstehung gezogen werden.

Andererseits war es auch nicht möglich, aus der verschiedenen Grenze des β-Spektrums auf den Energiezustand der beiden Isomere zu schließen. Es stellte sich nämlich heraus, daß die Grenzen innerhalb der Meßfehler gleich waren. Man konnte allerdings auch nur einen Energieunterschied von höchstens 10^4 bis 10^5 eV erwarten. Die Grenze des β-Spektrums von Br^{80} liegt bei rund $2 \cdot 10^6$ eV. Man hätte also die Grenze des β-Spektrums auf 1% genau messen müssen. Diese Genauigkeit ist aber heutzutage bei der geringen Intensität in der Nähe der Grenze des β-Kontinuums kaum zu erreichen.

Nun ist es aber auf Anregung von SEGRÉ mit einem besonderen Kunstgriff neuerdings gelungen, einen wesentlichen Einblick in die Verhältnisse der Bromisomerie zu tun [E. SEGRÉ, R. S. HALFORD u. G. T. SEABORG, Physic. Rev. **55**, 321 (1939)]. Die Verfasser haben nämlich die Szilard-Chalmers-Methode zur Abtrennung der radioaktiven Isotope desselben Elements für die Trennung der Isomere herangezogen. Das Szilard-Chalmers-Verfahren besteht kurz darin, daß man eine organische Verbindung des zu aktivierenden Elements mit langsamen Neutronen bestrahlt. Wird ein Neutron von einem Kern eingefangen, so erhält der Kern bei der darauffolgenden Ausstrahlung eines γ-Quants einen Rückstoß, so daß er aus dem Molekularverband herausfliegt. Als freies Ion läßt sich dann dieses um ein Neutron schwerere Isotop von den anderen Isotopen, die im Molekularverband stecken, chemisch leicht abtrennen.

Dieses Verfahren sollte auch zur Trennung von Isomeren wirksam sein. Man stellt zunächst eine chemische Verbindung aus der vorhandenen Mischung der beiden Isomere her. Wandelt sich das Isomer des höheren Energiezustandes in das Isomer des niederen Energiezustandes um, so wird ein γ-Quant ausgestrahlt. Der dabei auftretende Rückstoß sollte dann dazu führen, den Kern aus dem Molekularverband zu stoßen. Das Isomer liegt dann als freies Ion vor und kann chemisch abgetrennt werden. Es stellt sich allerdings die Frage, ob ein γ-Quant von 10^4 bis 10^5 eV genügt, um einen ausreichenden Rückstoß zu liefern. Diese Frage muß zunächst verneint werden. Glücklicherweise erfahren diese γ-Strahlen mit großer Wahrscheinlichkeit eine innere Umwandlung. Der Rückstoß des herausfliegenden Elektrons ist aber größer und sollte zur Sprengung des Moleküls genügen. Führt der Rückstoß nicht zur Loslösung vom Molekularverband, so erhält das betreffende Atom wenigstens eine Anregung, und es scheint, daß es bereits in diesem aktivierten Zustand Verbindungen mit anderen Molekülen, die zu diesem Zweck zugegeben worden sind, eingehen kann.

Tatsächlich ist es SEGRÉ und Mitarbeitern gelungen, auf diesem Wege eine fast vollständige Trennung des 18-min-Körpers von dem 4,5-h-Körper des Br^{80} durchzuführen. Sie bestrahlten zu diesem Zweck zunächst ungefähr 1 l Bromäthyl mit langsamen Neutronen aus dem Berkeley-Cyclotron. Nach dreistündiger Bestrahlung wurden die radioaktiven Bromatome als festes NaBr abgetrennt und daraus ein Butylbromid aufgebaut. 4 Stunden nach der Bestrahlung wurden die Bromatome, die einen Rückstoß erlitten hatten, als Bromwasserstoffsäure abgetrennt. Das abgetrennte Präparat zeigte einen fast reinen Abfall mit 18 min Halbwertzeit, obwohl das Ausgangspräparat zu dieser Zeit nur noch die 4,5-h-Halbwertzeit zeigte, da die 18 min bereits abgeklungen waren. Nach weiteren 26 Stunden konnte dieses Verfahren nochmals angewandt werden und wieder eine starke Aktivität mit der Halbwertzeit 18 min aus dem 4,5-h-Körper abgetrennt werden. So unterlag es keinem Zweifel mehr, daß der 18-min-Körper aus dem 4,5-h-Körper entstehen kann. Mehr quantitative Versuche in Berkeley [DON C. DE VAULT u. L. F. LIBBY, Physic. Rev. **55**, 322 (1939)] zeigten, daß aus dem 4,5-h-Körper mindestens 75%, möglicherweise aber 100% des 18-min-Körpers entstehen. Man verfolgte hierbei in der Ausgangssubstanz den Anstieg der Aktivität, die zunächst nach Abtrennung des 18-min-Körpers fast auf Null sinkt und dann mit der Halbwertzeit von 4,5 h wieder ansteigt. Dieses Ergebnis bedeutet, daß der 4,5-h-Körper ein reiner γ-Strahler ist, der keinen eigenen β-Zerfall aufweist. Die β-Strahlung kommt allein von dem 18-min-Körper, und diesem entspricht der Zustand niederer Energie von den beiden Isomeren.

In Übereinstimmung damit steht eine weitere Beobachtung in Berkeley [PH. ABELSON, Physic. Rev. **55**, 424 (1939)], daß bei einem starken Brompräparat mit einem Kristallspektrographen die K-Linie des Broms auftrat. Die Intensität dieser Linie klang mit der Halbwertzeit von 4,5 h ab. Dies ist so zu verstehen, daß die γ-Strahlung beim Übergang des 4,5-h-Isomers in das 18-min-Isomer eine innere Umwandlung erfährt. Durch die innere Umwandlung wird ein K-Elektron aus der Hülle entfernt, und bei dem Auffüllen der Elektronenschale tritt die K-Strahlung des Broms auf. Würde diese Röntgenstrahlung mit dem β-Zerfall zusammenhängen, so müßte die K-Strahlung des Folgeelements auftreten und nicht, wie beobachtet, die K-Strahlung von Br.

Seitdem sind von anderer Seite diese Resultate an Brom bei verschiedenen chemischen Abtrennungsverfahren, aber mit derselben Methode bestätigt worden [L. J. LE ROUX, C. S. LU u. S. SUGDEN, Nature (Lond.) **143**, 517 (1939)]. Aus dem Anstieg der Aktivität in der Mutterlösung nach Abtrennung des 18-min-Körpers schließen die Verfasser, daß mindestens 90% des 4,5-h-Körpers durch γ-Strahlung in den 18-min-Körper übergeht.

In einer Mitteilung von SIDAY [R. E. SIDAY, Nature (Lond.) **143**, 681 (1939)] wird von der Beobachtung der K- und L-Elektronen in der Wilson-Kammer berichtet, wenn Radiobrom als Dampf in die Kammer gebracht wird. Aus der Energie dieser Elektronen wurde die Energie der γ-Strahlung zu 43 ekV bestimmt. Aus dem Verhältnis der Zahl dieser Elektronen aus der inneren Umwandlung der γ-Strahlen und der Zahl der β-Strahlen aus dem radioaktiven Zerfall wurde ein Koeffizient der inneren Umwandlung von 0,3 gefunden. Es erleiden also nur 30% der beim Übergang der isomeren Zustände ausgesandten γ-Quanten eine innere Umwandlung. Da andererseits bei der chemischen Abtrennung 90% der Aktivität gefunden wurde, so muß man schließen, daß der Rückstoß der 43 kV-Strahlung auch ohne innere Umwandlung zur Sprengung des Molekularverbandes ausreicht oder mindestens, wie schon oben

erörtert wurde, zu einer Anregung führt, die die chemische Aktivität der betreffenden Bromatome steigert.

Zusammenfassend lassen sich also die Verhältnisse folgendermaßen darstellen: Das β-aktive Br^{80} ist ein Isomer mit den Halbwertzeiten 4,5 h und 18 min. Die isomeren Zustände haben einen Energieabstand von 43 ekV. Der höhere Energiezustand wandelt sich nur unter γ-Strahlung mit einer Halbwertzeit von 4,5 h in den niederen Energiezustand um. Vom höheren Energiezustand geht offenbar kein direkter β-Zerfall aus. Er ist ein reiner γ-Strahler. Nach Erreichung des niederen Energiezustandes zerfällt das Br^{80} unter β-Zerfall mit einer Halbwertzeit von 18 min.

Es ist noch zu erwähnen, daß das anfängliche Mischungsverhältnis des 4,5-h-Körpers zum 18-min-Körper bei verschiedenen Kernreaktionen keineswegs dasselbe ist. Wie aus Untersuchungen an der Reaktion Se^{80} (p, n) Br^{80} mit verschiedenen Protonenenergien [L. A. DU BRIDGE, S. W. BARNES, I. H. BUCK u. C. V. STRAIN, Physic. Rev. **53**, 447 (1938)] und aus dem Kernphotoeffekt Br^{81} (γ, n) Br^{80} mit verschiedenen γ-Energien [W. BOTHE u. W. GENTNER, Z. Physik **112**, 54 (1939)] hervorgeht, steigt die Ausbeute des 4,5-h-Körpers mit zunehmender Anregungsenergie des Zwischenkerns an. Bei Protonengeschwindigkeiten unter 3,2 eMV fanden die ersteren Autoren nur den 18-min-Körper. Bei der höchsten Anregung des Zwischenkerns mit der 17 eMV-γ-Strahlung ist dagegen das Verhältnis der Ausbeute des 4,5-h-Körpers zu dem 18-min-Körper bereits zu ungefähr 1 angewachsen.

Die Methode zur Isomerentrennung ist in BERKELEY auch auf die schwierigen Verhältnisse bei Tellur angewendet worden [G. T. SEABORG, J. J. LIVINGGOOD u. J. W. KENNEDY, Physic. Rev. **55**, 794 (1939)]. Die Methode hat auch in diesem Fall ausgezeichnete Resultate geliefert. Es konnte bei drei Isomerenpaaren die Muttersubstanz von der Tochtersubstanz getrennt werden. So besitzt Te^{127} die Halbwertzeiten 90 d und 10 h; Te^{131} 1,2 d und 25 min und Te^{129} 30 d und 70 min. In allen 3 Fällen ist die Muttersubstanz langlebiger als die Tochtersubstanz. Es ist vorläufig noch nicht zu erkennen, ob es rein zufälliger Natur ist, daß bis jetzt in allen Fällen das kurzlebige Isomer aus dem langlebigen entsteht.

Künstliche Radioaktivität durch Kernanregung. In dem vorhergehenden Abschnitt wurde über die Isomerie der instabilen Isotope berichtet. Es sollen jetzt die Fortschritte in der Erzeugung von Isomeren stabiler Kerne folgen. Es ist nämlich neuerdings gelungen, durch Anregung des stabilen Indiumkerns (In^{115}) einen metastabilen Zustand desselben Kernes zu erreichen [M. GOLDHABER, R. D. HILL u. L. SZILARD, Physic. Rev. **55**, 47 (1939)]. Der erste Beweis eines derartigen Kernzustandes wurde durch Anregung des Indiumkernes mit schnellen Neutronen erbracht. Es stellte sich nämlich heraus, daß Indium eine Halbwertzeit von 4,5 h besitzt, die mit Neutronen von 2,5 eMV erzeugt werden kann, aber mit langsamen Neutronen nicht auftritt. So konnte dieser Prozeß einerseits nicht ein Einfangprozeß sein — denn alle Einfangprozesse gehen mit langsamen Neutronen — andererseits konnte es auch kein (n, 2n)-Prozeß sein, da die Energie der Neutronen dafür zu klein war. Weiterhin lag die Beobachtung vor, daß diese Halbwertzeit von 4,1 h des In aus dem β-aktiven Cd^{115} entstehen konnte. So schien es ziemlich sicher zu sein, daß hier der Fall eines metastabilen Zustandes des stabilen In^{115}-Kernes, also eine Kernisomerie vorlag. Dieser metastabile Zustand konnte durch Anregung des Kernes beim Hindurchfliegen eines Neutrons erzeugt werden, und ebenso führte auch der β-Zerfall des Cd zumindest teilweise zu diesem angeregten Zustand und nicht direkt zum Grundzustand.

Es ist allerdings noch nicht ganz klargestellt, wie dieser angeregte Zustand zurückgeht. Es scheint, daß sowohl β-Zerfallselektronen als auch γ-Strahlen auftreten [Nature (Lond.) **142**, 521 (1938)]. Es wurden nämlich β-Strahlen von $\sim$550 kV und γ-Strahlen von $\sim$320 kV neben der K-Strahlung von In beobachtet. Es kann aber aus den bis jetzt vorliegenden Daten noch nicht entschieden werden, ob hier eine reine γ-Aktivität vorliegt oder daneben auch ein β-Zerfall mitkonkurriert.

Die Aktivität von 4,1 h ist dann auch in Rochester [S. W. BARNES, P. W. ARADINE, Physic. Rev. **55**, 50 (1939)] durch Anregung des In-Kernes mit schnellen Protonen aus dem Cyclotron erzeugt worden. Damit konnte ein weiterer Beweis erbracht werden, daß es sich tatsächlich um den angeregten Zustand eines stabilen Kerns handelt. Der Wirkungsquerschnitt von 5,8 eMV-Protonen für die Erzeugung der 4,1 h-Aktivität wurde zu 10^{-29} qcm bestimmt. Der Wirkungsquerschnitt ist somit gegenüber den p, n-Reaktionen mit einem Wirkungsquerschnitt von 10^{-26} qcm recht klein. Die Anregung des Kernes durch Protonen kann entweder wie bei den Neutronen durch unelastischen Stoß oder durch die Wirkung des elektrischen Feldes der Protonen erklärt werden [V. F. WEISSKOPF, Physic. Rev. **53**, 1018 (1938)].

Weiterhin ist die 4,1-h-Aktivität des Indiums in allerletzter Zeit auch unter der Einwirkung von sehr harten Röntgenstrahlen beobachtet worden [B. PONTECORVO u. A. LAZARD, C. r. Acad. Sci. Paris **208**, 99 (1939), ferner G. B. COLLINS, B. WALDMANN, F. M. STUBBLEFIELD u. M. GOLDHABER, Physic. Rev. **55**, 507 (1939)]. Die ersteren Autoren benutzten zur Erzeugung der Röntgenstrahlen eine Stoßanlage mit einer Spitzenspannung von 1,85 Millionen Volt, die zweiten einen elektrostatischen Generator mit konstanter Spannung von 1,73 Millionen Volt. Es konnte gezeigt werden, daß die Aktivität allein auf die direkte Wirkung der Röntgenstrahlen zurückzuführen ist und auch kein Kernphotoeffekt unter Aussendung eines Teilchens vorliegt. Bei Veränderung der Spannung an der Röhre fanden die letzteren Autoren eine Schwelle für die Erzeugung dieser Aktivität in Indium, die bei einer Röhrenspannung von $1{,}35 \pm 0{,}1$ Millionen Volt lag. Da der angeregte Zustand sicherlich eine viel kleinere Energie besitzt, so muß dieses Resultat so verstanden werden, daß der Kern zunächst in einen höheren Energiezustand gebracht werden muß, der einen genügenden Wirkungsquerschnitt für die γ-Strahlung aufweist. Von diesem hohen Anregungszustand aus kann dann der metastabile erreicht werden.

Man hat damit zum erstenmal ein instabiles Isomer eines stabilen Kernes sicher nachgewiesen. Da man diesen metastabilen Zustand mit einer so langen Lebensdauer auch durch Röntgenstrahlen erzeugen kann, so kann man in Analogie zu den Vorgängen in der äußeren Atomhülle von der Auffindung einer Kernphosphoreszenz sprechen. Nach einer derartigen Kernphosphoreszenz des C^{13}-Kerns haben bereits BOTHE u. MAIER-LEIBNITZ [Z. Phys. **107**, 513 (1937)] vergeblich gesucht, da in der Kernreaktion ${}_5B^{10}(\alpha, p)\,{}_6C^{13}$ die Energietönung nicht mit den Massenwerten verträglich erschien.

W. GENTNER.

Herausgeber und verantwortlicher Redakteur: FRITZ SÜFFERT, Berlin W 9.
Verlag von Julius Springer in Berlin W 9. — Druck der Spamer A.-G. in Leipzig.

Die NS-Volkswohlfahrt unterhält bereits 140 fahrbare Zahnstationen.

Ergebnisse der Biologie

Herausgegeben von

Prof. Dr. **K. v. Frisch,** München · Prof. Dr. **W. Ruhland,** Leipzig

Prof. Dr. **W. Vogt,** München · Prof. Dr. **F. v. Wettstein,** Berlin

Redigiert von Prof. Dr. **W. Ruhland,** Leipzig

Zuletzt erschien:

Fünfzehnter Band

Mit 59 Abbildungen. III, 338 Seiten. 1938

RM 36.—; gebunden RM 38.60

Inhaltsverzeichnis:

Die praktische Anwendung von Hormonen bei Nutztieren. Von Dozent Dr. Walter Koch, München.

Die Bedeutung der Spurenelemente für Ernährung, Wachstum und Stoffwechsel der Pflanzen. Erster Teil. Von Dr. habil. Karl Pirschle, Berlin-Dahlem.

Über den Kreislauf bei den niedersten Chordaten. Von Professor Dr. Emil von Skramlik, Jena.

Namen- und Sachverzeichnis. — Inhalt der Bände I—XV.

VERLAG VON JULIUS SPRINGER IN BERLIN

Drosophila melanogaster Meig

Eine Einführung in den Bau und die Entwicklung

Von **Eduard H. Strasburger**

Kaiser Wilhelm-Institut für Hirnforschung in Berlin-Buch

Mit 71 Abbildungen. IV, 60 Seiten. 1935. RM 6.90

Auf 23 Seiten Text und in 71 Abbildungen wird nach Vorbemerkungen über Zucht- und Untersuchungstechnik auf Grund der Literatur und umfangreicher eigener Ergänzungsuntersuchungen ein gedrängter Überblick über die äußere Morphologie und die innere Anatomie unter Berücksichtigung histologischer Daten von Larve, Puppe und Imago unseres Vererbungshaustieres gegeben. Ein kurzes Kapitel, in dem die wenigen bekannten Tatsachen über die Embryonalentwicklung zusammengefaßt werden, beschließt die Arbeit. Das Heft wird allen denen erwünscht sein, die über die im Vererbungsexperiment untersuchten Einzelmerkmale hinaus eine Kenntnis des ganzen Organismus wünschen, und es kann als erste Grundlage bei der Untersuchung von Erbänderungen des inneren Baues dienen. Besonders für den Schulunterricht, in dem Drosophila vielfach Boden gefaßt hat, wird es seinen Zweck erfüllen. *„Die Naturwissenschaften"*

Experimentelle Beiträge zu einer Theorie der Entwicklung

Von Professor Dr. **Hans Spemann,** Freiburg i. Br.

Deutsche Ausgabe der Silliman Lectures, gehalten an der Yale University im Spätjahr 1933

Mit 217 Abbildungen. VIII, 296 Seiten. 1936. RM 27.—; gebunden RM 29.60

Diesem Buche liegen die vom Verfasser im Jahre 1933 an der Yale-Universität in New Haven im Rahmen der Silliman Lectures gehaltenen Vorträge über sein engeres Fachgebiet zugrunde. Eine Strecke wissenschaftlicher Gedankenentwicklung gelangt hier zur Darstellung, an welcher Verfasser selbst mit einem großen Teil seiner Lebensarbeit beteiligt ist. Das Buch wird dem jungen biologischen Forscher vor allem als Einführung in die Methode des experimentellen Forschers dienen.

Inhaltsübersicht: Die normale Entwicklung des Amphibieneies bis zur Anlage der Hauptorgane des Embryos. — Einige Experimente und Grundbegriffe aus den Anfängen der Entwicklungsphysiologie. — Zur Entwicklungsphysiologie des Wirbeltierauges (als Beispiel eines zusammengesetzten Organs). — Erste Analyse des Induktionsvorganges. — Das Anlagenmuster in der beginnenden Gastrula. — Potenzprüfungen an der Gastrula. — Induktion einer sekundären Embryonalanlage durch einen „Organisator". — Der Anteil der Induktion an der normalen Entwicklung der Medullarplatte. — Diskussion der Begriffe Potenz und Determination. — Induktion durch abnorme Induktoren. — Die Mittel der Induktion. — Die zeitliche Korrelation der Induktion. — Regionale Determination. — Komplementäre und autonome Induktion. — Das embryonale Feld. — Die Gradiententheorie. — Induktion und Ganzheitsproblem. — Über den Geltungsbereich der für den Amphibienkeim festgestellten Gesetzlichkeiten. — Schlußbemerkungen. — Literaturverzeichnis.

Praktische Übungen zur Vererbungslehre

für Studierende, Ärzte und Lehrer

Von Professor Dr. **Günther Just,** Greifswald

Zweite, vermehrte und verbesserte Auflage

Erster Teil: **Allgemeine Vererbungslehre**

Mit 55 Abbildungen. VI, 137 Seiten. 1935. RM 6.—; gebunden RM 6.90

Das Buch stellt eine Anleitung zur praktischen Arbeit auf dem Gebiete der Erbbiologie dar. Der Stoff gliedert sich in 25 Übungen, die nach Angaben des Verfassers eine Arbeitszeit von je $1^1/_2$ bis 2 Stunden in Anspruch nehmen. Hiervon sind 10 Übungen der Phänanalyse und 15 Übungen der Genanalyse gewidmet. Auf Einzelheiten einzugehen, würde zu weit führen. Es kann nur gesagt werden, daß das Buch in vortrefflicher Weise geeignet ist, den mit den theoretischen Unterlagen Vertrauten weiter in die Probleme der Erbbiologie einzuführen. Daß bei einer mehr die praktische Arbeitsweise berücksichtigenden Darstellung des Stoffes die Schwierigkeiten und die möglichen Fehlerquellen der Arbeit auf diesem Gebiete mehr in den Vordergrund treten als bei einem Lehrbuche, schadet nichts, da der Leser hierdurch zur Kritik angeregt wird. Kritik tut aber not, wenn unsere Arbeit nicht an Oberflächlichkeit leiden soll. Dem Buch ist daher weite Verbreitung zu wünschen. Dem baldigen Erscheinen des angekündigten zweiten Teiles, der die Methoden der menschlichen Erblehre behandeln soll, darf man mit Interesse entgegensehen. *„Zentralblatt für die gesamte Hygiene"*

Zweiter Teil: **Menschliche Erblehre.** In Vorbereitung.

VERLAG VON JULIUS SPRINGER IN BERLIN

Sämtliche in diesem Heft besprochenen oder angezeigten Bücher sind durch alle Buchhandlungen zu beziehen.

Hierzu zwei Beilagen vom Verlag von Julius Springer.

Für den Textteil verantwortlich: Fritz Süffert in Berlin W 9; für den Anzeigenteil: Albert Meyer in Berlin-Steglitz, Kühlebornweg 5.
DA. II. Vj. 3115. — Pl. 4. — Druck der Spamer A.-G. in Leipzig. — Verlag von Julius Springer in Berlin W 9. — Printed in Germany.